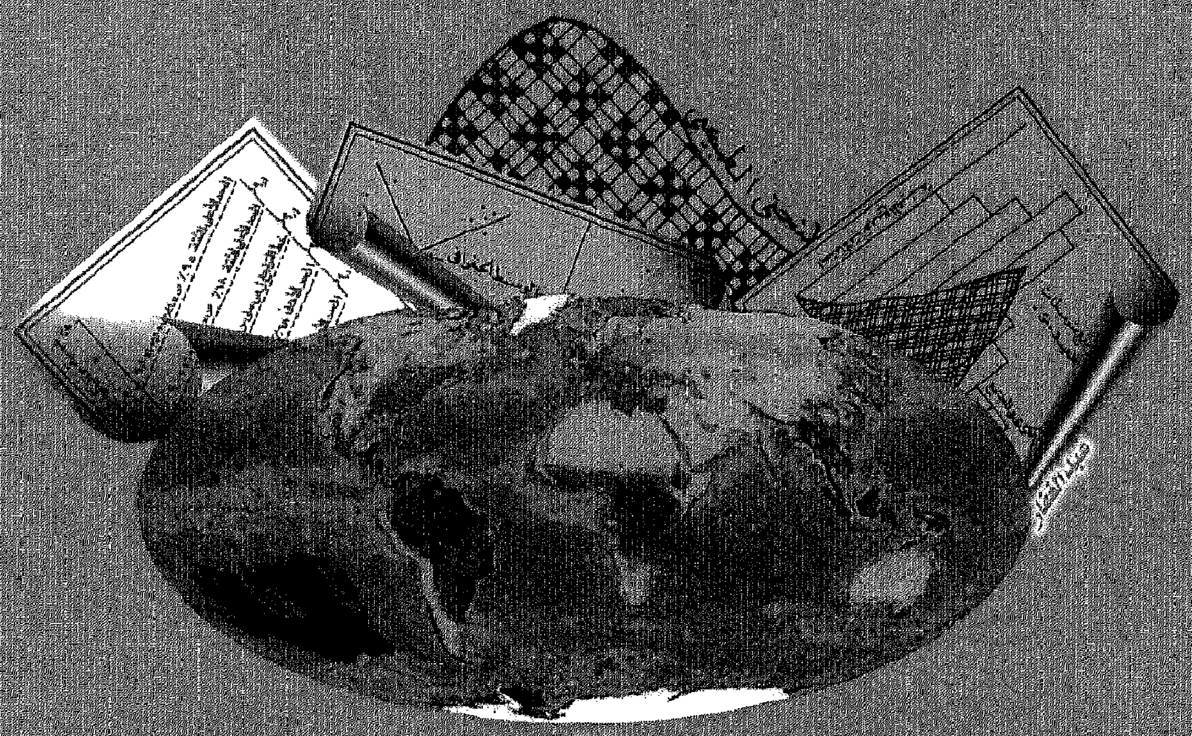
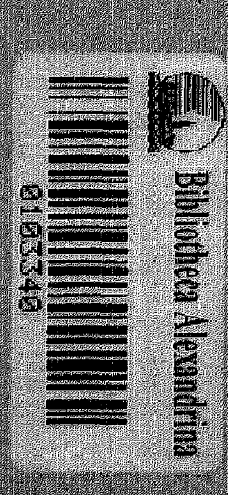
الأساليب الإحصائية والجغرافيا



دكتور
عيسى على إبراهيم
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا
كلية الآداب - جامعة الإسكندرية



١٩٩٩

دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش سوتير - الأزاريطة - ت ٤٨٣٠١٦٣
٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي - ت ٥٩٧٣١٤٦



الأساليب الإحصائية والجغرافيا

دكتـــور
عيسى على إبراهيم
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا
كلية الآداب ـ جامعة الاسكندرية

١٩٩٩

دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش سوتير - الأزاريطة - ت ٤٨٣٠١٦٣
٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي - ت ٥٩٧٣١٤٦


Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة الطبعة الثانية

الحمد لله، والصلاة والسلام على رسول الله سيدنا ومولانا محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه ومن والاه.

وبعـــــد ....

أقدم الطبعة الثانية من هذا الكتاب لطلاب الجغرافيا والمتخصصين في أبحاثها ودراساتها باعتباره محاولة للتركيز على أساليب معالجة وعرض المادة الجغرافية من خلال توظيف الاحصاء والرياضيات وعلم العينات، وقد روعي عند إنتقاء هذه الأساليب التبسيط بقدر المستطاع بحيث يتمكن الطالب ذو الخلفية الرياضية المحدودة من إستيعابها بسهولة وتطبيقها في يسر.

وقد حظيت هذه الطبعة بتصويبات للأخطاء المطبعية في سابقتها، كما أضيفت إليها فصول جديدة ونقحت الأمثلة والتطبيقات في ضوء ما لوحظ أثناء التدريس خلال عدة سنوات، وكان التركيز دائماً على دلالة النتائج المستمدة من مقاييس الأساليب المطبقة، والتحذير من مزالق الانسياق في استخدامها دون إدراك جيد لفلسفة وروح الجغرافيا ذاتها، ومن ثم عرج الكتاب في بعض فصوله للتطرق لاتجاهات الفكر الجغرافي ومناهج البحث فيه، ولا شك أن الخوض في هذا المضمار مسألة شائكة سواء للمؤلف أو للقارئ. ولذا آمل أن أتلقى من أساتذتي وزملائي وطلابي ملاحظاتهم حول الكتاب فهو ليس سوى بداية متواضعة أسأل الله سبحانه وتعالى أن يعينني على استكمال أوجه القصور والنقص فيه.

وفى النهاية أتقدم بخالص شكرى للحاج / صابر عبد الكريم صاحب دار المعرفة الجامعية على تبنيه إخراج الكتاب والزملاء الذين تفضلوا برسم الأشكال والخرائط الواردة فيه وأخص منهم الأستاذ / محمود بشر المدرس المساعد بالقسم والأستاذ / مصطفى عطية.

وعلى الله قصد السبيل...

المؤلف

رمل الإسكندرية

يوليو ١٩٩٨

الفصل الأول

الأساليب الكمية
أنماطها وأهدافها وتطورها

- تقديم :

أولاً - العلاقة بين الأساليب الكمية والأحصاء.

ثانياً - أنماط الأساليب الكمية

ثالثاً - أهداف الأساليب الكمية

رابعاً - الأساليب الكمية ودراسة العلاقات المكانية

خامساً - صور توزع الظاهرات الجغرافية والهدف من دراستها.

سادساً - الاتجاهات الحديثة فى تطبيق الأساليب الكمية فى الجغرافيا



الفصل الأول

الأساليب الكمية

أنماطها وأهدافها وتطورها

لقد تزايد الاهتمام كثيرا فى السنوات الأخيرة باستخدام النماذج وغيرها من الأساليب الإحصائية المختلفة سواء كانت وصفية أو استنتاجية فى حل بعض المشكلات، وغالى بعض الجغرافيين فى استخدام هذه الأساليب لدرجة أنهم انتقلوا من البسيط منها إلى المعقد والذى يتطلب خلفية رياضية وافية قد لا تتوفر لبعض طلاب الجغرافيا فى مناطق كثيرة من العالم.

وتختلف المادة الاحصائية التى يحتاجها الجغرافى من موضوع إلى آخر ولكن يحكمها فى النهاية رباط واحد هو المكان أيا كانت مساحته، كذلك تتباين من حيث مصادرها فقد تكون نتاجا لعمل ميدانى[1] أو لبيانات منشورة مثل التعدادات السكانية أو المعدلات المناخية او بيانات غير منشورة مصدرها تقارير حكومية أو شركات أو هيئات تهتم بجمع المادة الاحصائية عن مكان معين أو ظاهرة محددة.

وتعتمد الجغرافيا فى جمع بياناتها على ثلاث طرق هى الملاحظة المرئية والقياس ثم الاستبيان، وفى الحالة الأولى تستند لرؤية العين وإنتقاء العقل ورصد القلم، وفى الحالة الثانية تتنوع طرق القياس ووسائله بدءا من الاعتماد على القياس بالقدم للمسافات والمساحات الى الحصر أو العد أو استخدام الصور الجوية. إما فى الحالة الثالثة فقد تكون الأسئلة الموجهة للناس شفوية أو صحيفة مكتوبة تستوفى من قبل الباحث ذاته أو عن طريق المبحوث وتجمع يدويا أو ترسل بريديا، وتحتاج الطريقة الأولى لتنمية مهارات الباحث وتدريبه وحسه الجغرافى وهى فى كل

---

(١) حول العمل الميدانى فى الجغرافيا يمكن مراجعة :

Loumsbury and Aldrich, introduction to Geographic Field Methods and techniques, Columbus, Ohio, 1979.

الأحوال أصلح عند تطبيقها فى الدول النامية فى الجغرافيا البشرية كما أنها تستخدم فى فروع الجغرافيا الطبيعية بصورة أكبر.

ولا شك أن الجغرافى ينظر للخرائط باعتبارها وسيلة أساسية لإبراز التوزيعات المكانية ومدى إختلافها ولكنه يحتاج عند إنشائها إلى التعامل مع البيانات الاحصائية قبل الشروع فى اختيار طريقة التمثيل المناسبة، ويعنى ذلك أن الباحث سواء أستند إلى الأرقام أو الخرائط لابد من احتياجه للأساليب الكمية للتعرف على الظاهرات التى يدرسها وقياسها بدقة وحتى لا يلجأ إلى إطلاق أحكام عامة لا تستند على أدلة كافية.

ويتطلب إدراك العلاقات المكانية توظيف ما يعرف بالخرائط الذهنية Mental Maps والتى تكون صورة الأقاليم فى ذهن الباحث، وهى تتوقف على المعلومات والتصورات التى يجمعها ويكونها الفرد والتى تعكس بدورها ظروف المكان الذى يعيش فيه الإنسان والأشياء التى يمتلكها والمجال الذى يتحرك فيه فى وقت معين بجانب خلفيته التاريخية وتكوينه الحضارى. وعلى سبيل المثال تبدو مكة المكرمة مثلها مثل مئات الأماكن الأخرى لشخص غير مسلم ولكنها ذات أهمية قصوى للمسلمين، وهكذا يمكن أن نضرب أمثلة عديدة من الأفضليات التى تلعب دورا فى ما يحمله الإنسان من تصورات عن الأشياء أو الأماكن.

أولاً : العلاقة بين الأساليب الكمية والأحصاء

والجغرافيا الكمية لا تعتبر فرعا جديدا من فروع الجغرافيا يغير من طبيعة العلم نفسه بقدر ما هى مجموعة من الاساليب الحديثة تسهم فى عرض وتحليل المشكلات التى يدرسها هذا العلم بجانب أنها اتاحت دراسة وبحث موضوعات جديدة فى علم الجغرافيا.

ويحتاج الجغرافى فى كل ذلك إلى علم الاحصاء الذى استمد اسمه فى الأصل من كلمة " السياسى" وهو الشخص الذى يتمتع بمهارة خاصة فى إدارة شئون الدولة، ثم تطور المسمى فى العصور الحديثة ليصبح فرعا من علم الرياضيات يعنى بدراسة نظرية الاحتمالات بجانب الأساليب الأخرى.

ولقد كان علم الإحصاء السياسى فى البداية فرعا من العلوم السياسية يهتم بجمع وتصنيف ومناقشة الحقائق المتصلة بحالة الدولة. أما علم الاحصاء الرياضى فهو عبارة عن مجموعة من الحقائق الرقمية التى تجمع وتصنف حول موضوع معين أو عدد من الموضوعات، ومن هنا فإن الاحصاءات هى أساسا معايير لا تشتق منها استنتاجات ذات دلالة معينة.

ويبدو أن تطور نظرية الاحتمالات قد بدأ منذ القرن السابع عشر، وذلك من خلال الاهتمام بفرص المكسب والخسارة فى الألعاب الرياضية. فعلى سبيل المثال إذا ما كنا إزاء لعبة النرد (الطاولة) فمن السهل معرفة أنه إذا القى الزهر ذو الستة أوجه فاحتمال حصولنا على أحد أوجهة الستة يساوى $\frac{١}{٦} \times \frac{١}{٦}$ أو بمعنى آخر فرصة واحدة من بين كل ٣٦ فرصة.

ومن هنا فإن دارس الرياضيات يهتم أساسا بقوانين الاحتمالات على حين يبحث الإحصاء فى الأساليب أو الطرق التى يصف بها البيانات، ولما كانت المجتمعات البشرية تنمو باطراد والأساليب التقنية فى تطور مستمر فقد تزايد حجم البيانات الاحصائية وأصبحت أكثر تعقيدا. ومن ثم أصبح من الضرورى اللجوء للعينات التى يمكن عن طريقها التغلب على كثير من المشكلات، ولكن يعيبها السماح بهوامش للخطأ حتى نتمكن فى النهاية من الحكم على مدى تمثيلها للمجتمع الشامل، وما يهم الجغرافى من دراسة الإحصاء هو استخدامه فى تبسيط ووصف بعض الظاهرات من خلال الأرقام وتطبيق بعض أساليبه إضافة لإدراك العلاقات المكانية بين الظاهرات المختلفة.

وقد نبه جولد (عام ١٩٧٠) إلى أن الأساليب الاحصائية التى تطورت خلال المائة عام الأخيرة فى ظل فروض معينة مثل العشوائية وعزل المتغيرات عن بعضها ربما يؤدى تطبيقها فى العلوم الاجتماعية - والجغرافيا واحدة منها - إلى التوصل إلى نتائج غير صحيحة ولذا فمن الأفضل للجغرافى الذى يربط متغيرات متباينة بالمكان أن يتنبه إلى الأسلوب المناسب ليطبقه عند دراسة ظاهرة ما أو مجموعة من الظاهرات.

ولا شك أن الدراسة العلمية أو استخدام المنهج العلمي في دراسة توزيع ظاهرة ما مكانياً والعلاقات المتبادلة بينها وبين غيرها من الظاهرات يمر بأربع مراحل تتساوى في أهميتها هي :

١ - تحديد موضوع الدراسة تحديدا دقيقا أو صياغة الفروض حول مشكلة معينة ويتم من خلال القراءة حول الموضوع أو تحديد المشكلة المراد بحثها.

٢ - جمع الحقائق أو البيانات وتشمل الوثائق مثل الكتب أو الدوريات التي تعالج الموضوع بجانب الخرائط والملاحظة المباشرة في الميدان، والقياس بالوسائل المختلفة.

٣ - نظم أو تنظيم هذه البيانات والحقائق في إطار له دلالة ويشمل ذلك استخلاص الجداول وحساب المتوسطات أو المعدلات والنسب وقياس المعنوية ونسب الخطأ أو هوامشه ومعرفة مدى تمثيل العينات للمجتمع، وفي العادة يرمي الباحث إلى محاولة صياغة حقائق أساسية حول موضوع البحث.

٤ - استخلاص النتائج من خلال هذه البيانات ويكون ذلك في صورة اقتراحات بحلول للمشكلة موضع الدراسة أو صياغة نظرية معينة أو إضافة شيء جديد لميدان التخصص.

ثانياً : أنماط الأساليب الكمية :

وفي الحقيقة فإن ما أطلق عليه اسم " الثورة الكمية " في فروع الجغرافيا (والتي حدثت منذ بداية الستينات) لم تكن شيئا جديدا تماما يعني تطبيق الأساليب الإحصائية والرياضية في مناهج علم الجغرافيا، وإنما عنى هذا التحول من الأسلوب الوصفي الاستنتاجي نحو الأسلوب التنظيري - الاستنتاجي، إذن فهي ثورة أدت إلى تغير كامل في أساليب علم الجغرافيا ولكن ذلك لا يعني التخلي تماما عن الأسلوب الوصفي القديم. فالوصف تحول إلى وصف رقمي موثق بقيم محددة.

ويمكن تقسيم الأساليب الكمية التي تطبق في الجغرافيا إلى ثلاثة أنماط هي :

١ - الأساليب الوصفية مثل معامل التباين الذى يصف البيانات فقط.

٢ - الأساليب الاستنتاجية وهى تلك المقاييس الضرورية لتقدير مدى تمثيل العينات للمجتمع الشامل أو مدى تأكيد البيانات للفروض الموضوعة.

٣ - أساليب بناء النماذج : وتلعب دورا يتزايد فى اهميته فى مجال الجغرافيا الكمية. وقد يجمع هذا النوع الأخير من الأساليب بين الوصف والاستنتاج.

ثالثاً : أهداف الأساليب الكمية :

وتستخدم الأساليب الاحصائية للوصول إلى أربعة أهداف محددة هى : الوصف والاستنتاج، وقياس الأهمية أو المعنوية، والاسقاط. ويقصد بالوصف جدولة البيانات واستخراج معايير محددة منها تكون بمثابة مؤشرات لمدى تركزها أو تشتتها. أما الاستنتاج فيقصد به القياس بمعنى أنه إذا أخذت عينه من مجتمع ما وعرفت درجة تمثيلها لهذا المجتمع فيمكن بناء على خصائص هذه العينة التوصل إلى السمات المميزة للمجتمع. ويعنى بقياس المعنوية معرفة مدى معنوية الاختلافات أو العلاقات بين مجموعتين من العينات أو الأرقام التى تم جمعها أو الحصول عليها وتستخدم نظرية الاحتمالات إلى حد كبير فى هذه القياسات.

أما الاسقاطات فتعنى توقعات حدوث ظاهرة ما فى المستقبل استنادا إلى تطور حدوثها فى الماضى ووضعها الراهن وفى ظل فروض محددة. ولا يمكن أن يتم الأسقاط بصورة دقيقة إلا إذا كانت الظاهرة موضع البحث يتحتم مرورها بعمليات محددة فى ظل ظروف يمكن التحكم فيها تقود فى نهاية المطاف لنتائج متوقعه مستقبلاً.

ولاشك أن الاسقاطات لها دورها فى علم الجغرافيا سواء اتصلت بظاهرة طبيعية أو بشرية، ويقوم الاحصاء بدور هام فى تتبع الظاهرة موضع البحث فى الماضى والحاضر ومعرفة اتجاهات تغيرها من ناحية بجانب أنه يقدم الأساليب المختلفة التى يتم بها توقع ما سيحدث لهذه الظاهرة أو تلك مستقبلاً.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

رابعاً : الأساليب الكمية ودراسة العلاقات المكانية :

تعتبر مسألة ادراك العلاقات بين الظاهرات أهم مشكلة تعنى بها الأبحاث الجغرافية وهذه تنقسم إلى قسمين أولهما اختبار العلاقات القائمة بين أكثر من ظاهرة فى إطار المكان الواحد خلال فترة محددة وهى موضوع قديم بدا فى علاقات الإنسان بالبيئة منذ راتزل إلى سمبل ثم باروز فى شيكاغو (١٩٢٣) وعنايته بالايكولوجيا البشرية. ومن خلال هذا الاتجاه برزت الجغرافيا كعلم إنسانى على يد علماء أمثال فيدال دى لابلاش (١٩٢٢) وجين برون (١٩٢٥) وماكس سور (١٩٤٧،١٩٥٢،١٩٦١) وما يجب ملاحظته أن العلاقات ليست بالضرورة علاقات سبب – نتيجة Cause-Effect، كما أنها خضعت للمعايرة الكمية فى العقود الأخيرة[1].

أما القسم الثانى من العلاقات فيأتى من خلال ربط تكرار حدوث الظاهرة الواحدة فى أكثر من مكان أو بمعنى آخر استكشاف وجود علاقة ما فى توزيع الظاهرة الواحدة مكانيا، ويربط هذا بأوجه التشابه فى المناطق التوزيعية ويلجأ الباحث فى مثل هذه الحال لتطبيق أساليب مختلفة ليصل لهدفه فى نهاية الأمر مثل المقارنة البصرية للخرائط وقياس الارتباط.

ولقد حدث تحول كبير فى اتجاهات البحث الجغرافى واكب دراسة العلاقات فى توزيع الظاهرة الواحدة مكانياً فصار الاهتمام الأول بالنقاط Points باعتبارها مفتاحا لدراسة المواقع حيث ينظر للمواقع المتميزة كعقد أو بؤر Nodes ويمثل هذا دراسات طرق النقل والتجمعات السكانية والتى قد تتحول من عقد إلى عناقيد Clusters وتنصب الدراسة فى مثل هذه الحالات على الأحجام والتباعد والوظائف الاقتصادية والاجتماعية.

---

(١) راجع فى هذا :

- Fitzgerald, B., developments in Geographical Methods vol. I, oxford university, press, 1974.
- Milton, t. & Brian,p., Themes in Geographical thought, New York, 1981.
- Hagget, P., locational Analysis in Human Geography, New York, 1971.

وتعد الخطوط Lines الميدان الثانى لاهتمام الدراسات الجغرافية فقد تكـون هذه الخطوط محاور أو شبكات، والشكل (المورفولوجية) الذى تظهر عليه الخطـوط، والحركة، والمسافة والمجال Field، والتدفقاتFlows، والانتشـار diffusions ثـم علاقاتها بالمساحة (نمط كثافتها) وعلاقاتها بالبعد الزمنى (أشكال التغير فى الشـبكة) كلها أمورتهـم الجغرافى لأنهـا تقـوده فـى النهايـة لتصـور النمـط المكـانى Spatial Pattern والإلمام بالعلاقات المكانية.

وتعنى الأنماط المكانية اختبار مدى وجود شكل توزيعى محدد يخضع لقاعدة ما للظاهرة موضع البحث وعلى سبيل المثال هل تتألف هيراركية توزيعية بصورة ما؟ وهل هى وظيفية؟ تتخصص فى أداء خدمات محددة؟ أم أنها لا تخضع لتسلسل بحيث تبدو مضطربة أو غير منظومة نتيجة لما يعرف بالتراكم Agglomeration أو لعـدم انتظام توزيع الموارد؟

أما العلاقات فتأتى من خلال الحركة الناجمة عـن الاختلافـات المكانيـة فـى مستوى توزيـع الظـاهرات ومـا يـترتب عليهـا مـن وجـود انحـدارات Gradients وملاحظة مدى الانتظام أو الاضطراب فى هذه الانحدارات ثـم الوصـول فـى النهايـة لوضع نماذج أدنى حركة.

والمجال الثالث هو دراسـة المسـاحات مـن خـلال مـا يعـرف ببنـاء الأقـاليم Regions Building ويشمل ذلك مشكلات التحديد والتوقيع Assignment ثـم مدى التعميم الاقليمى والمقياس المستخدم فى كل حالة.

وما قامت به الثورة الكمية هو مجـرد تقديـم الوصـف والتحليـل الموضوعـى بشكل أكثر تحديدا وادخالها عددا من الأساليب والتقنيات الحديثة اعطت طموحـات أكبر لدراسة العلاقات المكانية Spatial Relationships التى تعنى بدورها بتحديـد أو تمييز مدى أهمية وانتظام التوزيع المكانى وبتقديم تفسـير أو شـرح عـن العمليـات المسئولة عن مدى انتظام الواقع أو اضطرابه[1].

---

(١) راجع فى دراسة العلاقات المكانية :

1. Ulman, E., L, Geography as spatial interaction, university of washington press, 1980.
2. Cole, T., sit uations in Human Geography oxford, 1975.

وتتطلب النظرة العلمية أن يتم الوصف والتحليل على اعلى مستويات العمومية، والبحث يكون دائبا لتطبيق أكبر عدد من المعايير والمقاييس الكمية التى تسمح بمقارنات تحليلية عامة وصولا إلى قواعد أو قوانين مكانية Spatial Laws نستطيع من خلالها تفسير الصور المكانية.

ويهدف وصف وشرح الصور المكانية إلى الوصول لقواعد علمية عامة يتميز بها فى النهاية ما أطلق عليه التقليد الهندسى الجديد البازغ منذ بداية الستينات وهو جديد لا من حيث التحليل الهندسى للحجم والطول والمساحة بل أيضا لحسابه الخصائص الاحصائية مثل المتوسط والتباين. كذلك فإن عملية الدراسة لا تشمل فقط التعامل مع النماذج الحتمية Deterministic Models مثل المواقع المركزية ولكن أيضا النماذج المتغيرة Dynamic Models مثل عمليات الإنتشار Diffusions ، وكانت أهم الانجازات التطبيقية لهذا الاتجاه ما قدمه شايفر Shaefer عام ١٩٥٣ ولخصه هاجت فى كتابه عام ١٩٦٥، وهذا الكتاب يعد علامة مميزة فى الجغرافيا الكمية البريطانية المبكرة، يعكس مدى تأثير التقليد الهندسى الجديد الوافد من الولايات المتحدة.

وقد أصبحت الأساليب الاحصائية وما يترتب عليها من نماذج واقعية أو مثالية محور الاهتمام منذ الستينات والسبعينات وستظل ميداناً لذلك فى المستقبل، والظاهر أن موضوعات وتساؤلات الجغرافيا ليست يسيرة المعالجة احصائيا بسبب كثرة تداخل المتغيرات المؤثرة فيها لتشمل ما يتعلق بالأرض والإنسان، ومع ذلك تبقى كثير من الموضوعات الاقتصادية والاجتماعية والسياسية معتمدة فى حلولها على تطبيق الاستنتاجات الاحصائية Statistical inferences والنماذج الاحصائية الظنية Deductive statistical Models أو التفسيرات الاحصائية التحليلية.
وقد استعان الجغرافيون بشكل تقليدى ولفترة طويلة بالخرائط كوسائل للوصف من خلال توظيف النقاط أو الخطوط أو المساحات للتعرف على الأنشطة

البشرية، غير أن التطورات فى الأساليب الكمية خلال العقدين الأخيرين جعلت المصفوفات تحل محل الخرائط كنظم أساسية للمعلومات.

والمصفوفة ليست سوى جدول يلخص المعلومات الرقمية، وعادة ما تكون جداول الأرقام ذات إمكانية للتمثيل البيانى على الخرائط بشكل ما إلا أن الجداول تتميز بسهولة قراءتها بدقة أكبر ويمكن التعامل معها بالمعادلات الجبرية للحصول على مؤشرات مختلفة مثل النزعة المركزية أو الاختلافات ...... إلخ.

وترتكز الجغرافيا على جداول الوحدات المكانية غالبا وفيها ترتب الظاهرات توزيعيا طبقا لهذه الوحدات (مدن – أقاليم – مقاطعات – اقاليم تعدادية – مواقع حددت باحداثيات) وتسمى العناصر المراد توزيعها فى الجدول مكانيا باسم المتغيرات Variables أو Attributesوقد يكون هناك تمييز بين المصطلح الأول والثانى حيث يشير الأول للأشياء التى توضع على مقياس أحادى Nominal بمعنى أنه يحدد الأشياء بمسمياتها دون معيار كمى، فإذا كان لدينا مجموعة مدن توزع فيها ظاهرة بترتيب معين بحيث تعطى المدن الموجودة فيها الظاهرة القيمة صفر مثلا وغير الموجود فيها القيمة (١) أو تصنف حسب مستواها الإدارى إلى عواصم مقاطعات صغيرة أو متوسطة أو كبيرة، ولذا قد تسمى بعض الأشياء بالثوابت الجغرافية Geographical Constants أكثر من كونها متغيرات ومصطلح المتغيرات المكانية Locational Variables يعنى أى عنصر مكانى مؤثر فى المشكلة المبحوثة والتى تتباين بدورها مكانياً، وعلى سبيل المثال إذا فرضت ضرائب معينة على صناعات محددة فى مناطق دون الأخرى فهذا متغير يؤثر فى تكاليف إقامة المصانع ومن ثم ينعكس على توزيع الصناعات، وما يجب ملاحظته هو التدقيق فى تحديد المتغيرات الثابتة عن المتباينة مكانيا حتى لا يضيع جهد الباحث فى جمع المادة العلمية المتعلقة بالنوع الأول.

وليس مهما فى الجغرافيا معرفة الأسباب الكامنة وراء اتخاذ الأشياء الموزعة مواقع بالذات فقط وإنما لابد من تقديم المبررات الكامنة وراء ابتعاد هذه الأشياء عن

مناطق أخرى فقد تكون الأسباب فى بعض الحالات أساسية ولكنها وحدها ليست كافية.

والأمر المتفق عليه أن الدراسات المكانية Locational Studies هى الميدان الوحيد الذى لا ينازع الجغرافيون فيه منازع، وكان الألمانى أوجست لوش أول من وضع تصورا لهذه الدراسات واضعا فى حسبانه أنه بدأ عهداً جديداً، ولكن وفاته المبكرة عام ١٩٤٥ أوقفت اعماله وجاء بعده كيل Kiel الذى لم يصل لنتائج ذات بال بسبب اعتماده على البيانات الأمريكية بمشكلاتها والاختبارات التجريبية صعبة التحقيق. وفى العشرين سنة التالية لوفاة لوش ازداد كم الأبحاث المكانية فى الولايات المتحدة من خلال مجموعة الاقتصاديين وعلى رأسهم ايزارد Isard وعدد من الجغرافيين أهمهم جاريسون Garrison وبرى Berry ثم المدرسة السويدية ممثلة فى دراسة هاجرستراند Haggerstrand عن حركة المهاجرين.

أما فى انجلترا فقد حدثت تطورات فى جغرافيتها التقليدية من خلال محاولة تحديث الجغرافيا البشرية التى ظلت أسيرة الدراسات الاقليمية أو السلعية أو تحولت للعناية وللاهتمام بالموارد أو الجغرافيا الطبية، وأدى ذلك إلى قلب الأوضاع تماما ووظفت الأساليب الكمية واستخدمت المصطلحات الرياضية فى الجغرافيا وبدأ الصراع بين المدرستين التقليدية والحديثة باتهام التقليدية لمستخدمى الاساليب الكمية بالمغالاة فى توظيف الاحصاء والرياضيات والوصول لنتائج يمكن الحصول عليها أحيانا دون الحاجة لجهد كبير فى المعادلات الرياضية أو الارتكان إلى أرقام وأساليب قد تضلل الباحثين فى نتائجهم الأمر الذى يفقد الجغرافيا هويتها كعلم يرتكز لقواعد محددة وفن يقوم على الوصف والتحليل.

وتتنوع البيانات والظاهرات التى تعالجها الجغرافيا تفاوتا كبيرا والسؤال الذى يطرح دائما هو ما هى أنسب الأساليب الواجب استخدامها عند التعامل مع هذه البيانات أو دراسة الظاهرات وبحثها؟ يتوقف ذلك بالطبع على الأهداف التى يرمى إليها البحث من ناحية وطبيعة البيانات المتاحة من ناحية ثانية.

خامساً : صور توزع الظاهرات الجغرافية والهدف من دراستها :

تتوزع الظاهرات الجغرافية فى إطار المكان من خلال ثلاث صور هى :

١ - ظاهرات تختلف فى كل الاتجاهات مثل الانحدارات والتربات ودرجات الحرارة والأمطار والغطاءات النباتيةولا يقتصر الأمر على هذه الظاهرات وحدها وإنما تمتد الاختلافات المكانية للعمليات التى تؤثر فى كل ظاهرة مما سبقت الاشارة إليه فالانحدار يتأثر بنوعيات الصخور ونظامها وعمليات التعرية مثل النحت والنقل والارساب وهذه كلها تتوزع توزيعاً مستمرا وتدرج التوزيعات الخطية مثل الأنهار وطرق النقل بأنواعها المختلفة وصور التدفق أو الانسياب ضمن التوزيعات المستمرة وإن اختلفت عن النوع السابق من حيث أشكالها ودرجة استمراريتها.

وهناك نمط ثالث من التوزيعات تتباين فى درجة استمراريتها حيث تأخذ صور التجمعات المنفصلة مثل استخدامات الأراضى فى الريف والحضر والوحدات الإدارية والوحدات النباتية الطبيعية ومكاشف الطبقات الصخرية.

٢ - ظاهرات غير مستمرة فى توزعها وتتسم بحدوثها عند نقاط محددة داخل المناطق الجغرافية مثل الإنتاج الصناعى والعمل والسكان والعلاقات الاجتماعية، والملاحظ فى مثل هذه الحالات أن الجغرافيين يسجلون هذه الظاهرات باعتبارها موجودة فى المناطق ككل، والحقيقة أن بعض هذه الظاهرات قد يكون مستمرا فى وجوده المكانى أحياناً.

٣ - ظاهرات جغرافية ترتبط إرتباطا وثيقا بالبعد الزمنى ويمثلها أحوال المناخ والتصريف النهرى والسكان فعلى الرغم من تسجيلها فى لحظات معينة إلا أن طبيعتها مستمرة والتغيرات فيها دائمة، وفى هذا الصدد قد توجد ظاهرات أخرى مثل الانتاج الزراعى أو الاستثمارات تتميز "بمرحلية" منتظمة وذلك معناه حدوثها بشكل متقطع ومنتظم فى آن واحد أو لربما تحدث بصورة غير منتظمة إذا تعلقت بالقرارات الإدارية وتأثيراتها.

وهذا التمييز أمر ضرورى قبل الشروع فى وضع بنية أى بحث والتعامل مع مشكلات البيانات التى سيتم تحليلها. وعلى كل حال ترمى الجغرافيا دائماً إلى العناية بالمجالات الخمسة التالية :

١ - الاختلافات المكانية Spatial Differentiation

تعتبر مسالة الاختلافات المكانية الواقعة فى إطار النظام المتعلق بالإنسان - البيئة ومورفولوجيته ووظائفه مشكلة أساسية ويجب أن تظل فى مجال الاهتمام الرئيسى. وهى ذات المشكلة التى عنى بها فون همبولت وسماها الاختلافات بين الأماكن وخرج من خلالها بتنميط (منطقة) لمرتفعات الانديز بصورة رأسية حسب الكائنات الحية التى تسكنها، ومن قبله تمكن بطليموس من تقسيم الكرة الأرضية إلى نطاقات مناخية وعرف تأثيراتها الايكولوجية.

وجاءت ذات الفكرة فيما بعد عندما عرفت باسم البحث عن الشخصية الخاصة للإقاليم "Genere de Vie" وأشار دربى Darby لصعوبة الإلمام بشخصية الإقليم أو روحه من خلال الوصف وحده دون الاستعانة بالأساليب الكمية.

٢ - الرتبة المكانية : Spatial Order

وتعنى البحث فى المشكلات المرتبطة بالرتبة المكانية فى إطار النظام الخاص بالإنسان البيئة والتى أشار لها Schaeferعام ١٩٥٣ وقامت على :

١ - الحصول على تصنيفات ترتيبية.

٢ - التوصل إلى جمل أو عبارات وصفية عامة.

ومشكلة هذه الطريقة هى الانشغال كثيرا بالمعايير المستخدمة فى مجال التصنيف على حساب التوصل لإضافات فى مضمار الجغرافيا غير أن الفائدة التى توصل لها الباحثون فى هذا الصدد هى ادراك العلاقات ومدى الاستجابة فى نظام الإنسان - البيئة وبالتالى خرج ثورنثويت Thornthwait عام ١٩٤٨ بمعياره المسمى P/E الذى يوضح الترتيب المكانى للمناخات على المستويات المختلفة معتمداً على تأثير المناخ فى مجال الطاقة والرطوبة من الناحية الايكولوجية. وطبق فيلد Field

عام ١٩٦٨ طريقة ثورنثويت هذه فيما يتصل بدور الموارد المناخية في الزراعة واتضح من تطبيقه أن الاتحاد السوفيتي لا يمكن أن يصل إلى مستوى التركيز الزراعى الذى بلغته الولايات المتحدة وكندا في مجال الإنتاج ولا حتى يقترب منه.

٣ – الارتباطات المكانية : Geographical Associations

ويهتم الباحثون فيها بتحديد المتغيرات المستقلة والتابعة مكانيا، وقد أكد بعضهم على ضرورة البحث عن قوانين الترابط الجغرافي ودخلوا بذلك في صعوبات احصائية عديدة، وفي معظم الحالات كانت نتائج الأبحاث فاشلة في التوصل لحقيقة العلاقات بين المتغيرات، ولا يستثنى من ذلك سوى دراسة Wolpert عام ١٩٦٤ التفصيلية الدقيقة عن البنية المكانية للزراعة في وسط السويد، والآن يتركز هذا الاتجاه في بحث المشكلات الأساسية المتعلقة بدور المتغيرات السببية أو التفسيرية في مجال التحليل الوظيفي بمعنى النظر إلى الأسباب الكامنة وراء أداء الأماكن لوظائف محددة.

٤ – التكامل المكاني : Spatial Integration

يعرف ذلك بأنه نظم العناصر وعلاقاتها الوظيفية. وهنا تحدد " نظم معينة " تتعلق بمشكلة خاصة، وبالتالى إذا اقيمت كهيكل مكانى تصبح نظما إقليمية، وتكتسب هذه النظم الإقليمية أهميتها بقدر إضفاؤها طاقة مكانية خاصة على التدفقات المعالجة لها من حيث الموضوع أو المعلومات. ففي حالة النظم الطبيعية مثل الأحواض النهرية يسير تدفق الطاقة والمواد بصورة متكاملة. أما في نظم إدارة الموارد فتكون التدفقات ذات اهمية، ولكنها يجب أن تدعم بالمعلومات سواء من داخل النظام الإقليمى أو بدونه. فهناك علاقات وظيفية معينة تستند على التخمينات الحضارية والايكولوجية المكانية للأفراد والجماعات، ومن ثم يجب دراستها على الأساس السلوكي والخارجي بنفس الدرجة.

كما تعتمد النظم الحضارية في وحدتها على تدفقاتها ومعلوماتها أو خدماتها ونموها واتصالاتها سواء كانت (داخل حضرية او خارج حضرية

(Internal and Inter) فالمدن بمثابة نظم تعد أقصى تعبير عن التبعـات المورفولوجيـة والسلوكية لقرارات جغرافية اتخذت من قبل مجموعات أو أفراد، هذه القرارات يجب دراستها وتقويمها فى إطار قيمة النظم المرتبطة بها.

ومن اهم الموضوعات ذات الأهمية فى التكامل المكانى هـى : ان التغُيرات فى واحدة من مجموعة مـن العلاقـات المتكاملـة تتسـبب فـى إحـداث تغيـر لمجموعـة علاقات اخرى تشمل الأشكال المورفولوجية والسلوكية للوحدة المدروسة ذاتها.

٥ – التغير المكاني : Spatial Change

وهو ذو مدى طويل وقصير وينصب على علاقات الإنسان بالبيئة ونظمهـا، وقد تعرضت دراسات التغير المكانى للاعاقـة بسبب مشـكلة منهجيـة ثـارت حـول مدى ما تستحقه الدراسات العرضية Cross- Sectional والدراسـات التنمويـة مـن اهمية نسبية. وشمل ذلك التغيرات على المدى الطويل Long-Run والقصير فى وقت واحد. فالعلاقات بين الأحداث فى حد ذاتها تعد احداثا جديدة وهى جميعا تقع فـى الإطار التاريخى كأحداث ترصد.

أما التغيرات قصيرة المدى فتتمثل فى عمليـات التغـير المكـانى وانعكاسـاتها على مورفولوجية وسلوك نظم العلاقة بين الإنسان – البيئة،وفى مثـل هـذه الحـالات يجب الاستفادة من عمليات ومفهوم الاستجابة وأهم الدراسات التى تتناول التغيرات فى الجغرافيا البشرية ما قدمه بروكفيلد Brookfield عام ١٩٦٢ عن التغـير الريفـى فى نيو غينيا، وتلـك الدراسـة التـى عالجها بورتـر Porter عـام ١٩٦٥ عـن إدارة الموارد فى شرق افريقيا ومجموعة الدراسات التى قدمهـا هاجرسـتراند عـن تحركـات السـكان وانتشـار الابتكـار (١٩٥٢–١٩٦٧) فـى السـويد ثـم دراسـات ويلسـون Wilson عن تطوير استخدامات الأرض عام ١٩٧٣ وإقامته لنماذج النقل.

وبصورة عامة فقد تنوعت الأساليب الاحصائية التى استعان بها الجغرافيـون فى فروع علمهم المختلفـة بـل لقـد أسرفوا أحيانـا فـى استخدامها بدرجـة جعلـت الدارسين يواجهـون صعوبـة كبـيرة فـى استيعاب تقنياتهـا، ودفـع ذلـك عـددا مـن

الجغرافيين للهجوم على الثورة الكمية وإنتقادها بعنف حتى أشار بعضهم إلى أنها كانت بمثابة المطرقة التى كسرت لب الجغرافيا ذاتها، وتأتى الصعوبة فى مثل هذه الحالات من خلال بزوغ أدبيات جغرافية خلال العقود الاربعة الأخيرة صبغتها رياضية واحصائية بحتة تبعدها عن الطابع الإنسانى الذى يضفى على الجغرافيا سماتها الخاصة كعلم وفن فى وقت واحد.

سادساً : الاتجاهات الحديثة فى تطبيق الأساليب الكمية فى الجغرافيا :

ويمكن القول أن اهم الأساليب الكمية المألوفة للجغرافيين الآن هى :

١- تحليل البيانات الفئوية والنظم الرقمية المغلقة مثل وضع الأرقام فى فئات أو جدولتها وترتيبها وتحليل رتبها واستخلاص المعايير منها مثل المعدلات والنسب بأنواعها والمتوسطات والتوصل للاختلافات فى صور توزيع البيانات من خلال حساب مؤشرات التباين مثل الإنحراف المعيارى أو معامل الاختلاف.

٢ – تحليل أنماط التوزيع النقطى Point Pattern Analysis ويعنى النظر للظاهرات الموزعة فى صورة نقاط وتطبيق الأساليب الكمية لوصف شكل التوزيع القائم : هل يتخذ صورة محددة؟ أم يتوزع بدون نمط معين، وما شكل الصورة القائمة عنقودية – خطية – قوسية – متقاربة – متباعدة .... الخ.

٣ – التعرف على طبيعة العلاقات القائمة كميا وذلك من خلال الانحدار والارتباط ويساعد رسم خطوط الإنحدار وتعيين قيمة العلاقة القائمة بين متغيرين ودرجة تأثر أحدهما بالآخر كتابع ومستقل على توقع الصورة المستقبلية واستكمال النقص فى البيانات. أما الارتباط فيوضح طبيعة العلاقة القائمة موجبة أم سالبة طردية أم عكسية قوية أم ضعيفة؟ وفى حالة الارتباط هذه يمكن أن تتعدد أشكاله ليصل الباحث لما يعرف بالإرتباطات المكانية المتعددة Spatial Auto Carrelation.

٤ – التحليل العاملى Factor Amalysis وتحليل المكون الرئيسى Principal Conponent Analysis وكلاهما يرمى لهدف واحد هو الإجابة عن السؤال ما

الدور الذى يلعبه كل عامل أو مكون فى التأثير على الظاهرة موضع البحث أو الدراسة فإذا كنت تدرس الاختلافات الجغرافية فى مستويات الأمية بين المحافظات المصرية أو داخل محافظة فهناك سلسلة من العوامل المسئولة عن هذه الاختلافات منها مستويات الدخل ومدى توافر الخدمات التعليمية ونسبة الحضرية وحرف السكان ... الخ فالى أى حد تكون هذه العوامل مسئولة وما نسبة مسئولية كل منها فى الظاهرة وفى هذه الحالة لابد من بناء مصفوفات للقيم المتعلقة بالعوامل وتوزيعها على الوحدات المكانية وعلاقاتها الإرتباطية بالظاهرة المدروسة.

٥ - تحليل السلاسل الزمنية وترمى لرصد التغيرات فى الظاهرات وتحديد اتجاهاتها المستقبلية فى ظل فروض محددة ومن ثم توقعاتها المحتملة وتأثيراتها فى سواها.

٦ - تطبيق المقاييس المتعددة الأبعاد Multi-dimensional Scalling ويعتمد هذا الأسلوب على الأساليب الكمية والكارتوجرافية فى وقت واحد لتحليل الأهمية النسبية للمكان بدلا من القيمة المطلقة حيث ترتب الأشياء أو الأحداث على مقياس متعدد الأبعاد من وجهة النظر الجغرافية ويعنى ذلك تحديد مجموعة من الأشياء يرغب الفرد فى تمثيلها على خريطة ورصد طبيعة العلاقات الموجودة بين هذه المجموعة، وعلى سبيل إذا كانت لديك مجموعة من المدن تمثل نظاما إقليميا مترابطا فى الزمن اللازم للسفر على شبكة خطوط حديدية يمكن إستخدام المقاييس المتعددة الأبعاد لتحديد الذبذبات التى حدثت خلال فترة زمنية معينة فى هذه المدن، وغالبا تميل معظم تطبيقات هذه الطريقة لمقارنة الخريطة المستخلصة من خلاله مع الخريطة الواقعية للمساحة الجغرافية المدروسة.

٧ - الأساليب الكارتوجرافية وأهمها و أوسعها إنتشارا تحليل الإتجاه السطحى Trend Surface Analysis الذى قدمه للجغرافيا هاجيت وتشورلى مستعينين فى فهمه ونقله بالتطبيقات التى تمت من قبل فى الجيولوجيا ومستخدمين أجهزة الحاسب الآلى فى رسم خرائط خطوط التساوى.

٨ – تحليـــل التمـــايز وأســـاليب الفصـــل Discrimimant analysis and segregation Methods.

٩ – وضع النماذج السببية كطريقة خاصة فى تحليل المسار.

ولا شك أن الارتباط البسيط يعتبر من أقدم الأساليب الكمية استعمالا فى الجغرافيا غير أن تطبيقاته المعقدة قليلة فـى التراث الجغرافـى البريطـانى. أمـا النمـاذج السببية Causual Models كطريقة خاصة فى تحليل المسار Path Analysis فقـد استخدمـت أيضـا لإيجـاد العلاقـات بـين كـل المتغـيرات وليـس بـين المتغـيرات التابعـة والمستقلة فقط.

ويعد تحليل التباين أسلوبا شائعاً جداً فى الجغرافيـا لدرجـة أن بروبـر كتـب يقول : إذا سألت جغرافيا عن النموذج الذى يرمى لاستخدامه ستكون اجابتـه أننـى لم أختر نموذجا محددا وإنما استخدمت تحليلا للتباين، ويصعب فى واقع الحال ألا نجـد تحليلا للتباين فى أدبيات الجغرافيـا الحديثـة، ولكـن الظـاهر أن الأسـاليب الاحصائيـة عندما طبقت نجم عنها مجموعة من النماذج الواقعية والمثالية اصطدمـت أو تعـارضت مع بعض فروع الجغرافيا وخاصة تلك التـى تعـالج موضوعـات اجتماعيـة واقتصاديـة وسياسـية وتعتمـد فـى حلولهـا للمشـكلات علـى التوقعـات الاحصائيـــة والنمـــاذج التخمينية. والحقيقة أن هذه التوقعات والنماذج إذا ما نظر إليها بدقة سيلاحظ مـدى صعوبة انسحابها على الواقع لأن كل إنسان يحتل مكانا مميـزا فـى إطـار مسـاحة مـا ويعيش لفترة زمنية محددة فى حياته وله وجهة نظر خاصة عن العالم المحيط به كونهـا من خلال قدر من المعلومات استمده بوسـائل مختلفـة. بـل إن الأفـراد يختلفـون فـى نظرتهم للشئ الواحد وغالبا لا يميلون لتغيير وجهة نظرهم.

ولما كانت الجغرافيا البشرية نتاجـا لعـدد كبـير مـن القـرارات المتفاوتـة فـى تأثيرها فإن الأمر يصبح أكثر صعوبة. وعلى سـبيل المثـال فـالقرار الـذى اتخـذه هتـلر بغزو روسيا عام ١٩٤١ وقرار جورباتشوف بانتهاج سياسة البروسترويكا (سياسـة الانفتاح على الغرب) غيرا من خريطة أوربا الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، وفى نفس الوقت فإن قرار الفرد بشراء سلع معينة من محل تجارى بالذات يعد قرارا صغيرا

ضئيل الأثر، ولاشك أن القرار المتخذ ومدى أهميته يتحدد من خلال تكلفته النهائية فالخطأ فى القرار المحدود محتمل النتائج والعكس فى حالة القرارات الكبيرة.

ويستند القرار المتخذ سواء من قبل مجموعات أو أفراد إلى قدر من المعلومات قد لا تكون كاملة أو صحيحة وبالذات فى الدول النامية وفى أحيان أخرى تكون المعلومات صحيحة ولكن يتأثر تحليلها بمعلومات خاصة مثل وجهة نظر الباحث أو التوقعات غير الدقيقة ويترتب على ذلك تكاليف كبيرة.

والخلاصة أن الجغرافيين ترتكز دراساتهم للتوزيعات المكانية على ثمانى عمليات طبيعية وحيوية وحضارية هى :

١ - حركة المياه على سطح الأرض.

٢ - حركة مفتتات التربة.

٣ - المناخ.

٤ - العمليات الحيوية وخاصة النباتية منها.

٥ - الحركة الديموغرافية.

٦ - التطورات فى الأنظمة القائمة من حيث علاقاتها بتقنيات استغلال الموارد.

٧ - التطور فى تقنيات التكيف مع المكان.

٨ - التغيرات السريعة فى العالم طبيعيا وحيويا وحضاريا دفعت للعناية بالعلاقات المكانية بين الظاهرات.

ويبدو مما سبق أن تقسيم اكرمان لمجالات الدراسة الجغرافية لثلاثة ميادين تبدأ بالانسان مبدع ومنظم المظهر الحضارى وتثنى بالبيئة الطبيعية وما تضمنه من خامات يستغلها الإنسان لنفعه وتختم بالمظهر الحضارى الذى أبدعه الإنسان يحتم الاستعانة بكل الأساليب الكمية لرصد الحقائق المتعلقة بهذا كله.

الفصل الثانى

البيانات
طبيعتها ومشكلاتها

أولاً : البيانات المنشورة.

ثانياً : البيانات الحقلية أو الميدانية.

- جدولة البيانات.
- الفئات اعدادها وأطوالها.
- الطرق المختلفة لكتابة الفئات.
- أنواع الجداول وخصائصها.



الفصل الثانى
البيانات
طبيعتها ومشكلاتها

يقصد بالبيانات الحقائق أو المعلومات التى تم جمعها حول ظاهرة معينة وأخذت صورة أرقام، وفى الجغرافيا يبدو من الصعب القول بوجود بيانات يستخدمها هذا العلم وحده دون العلوم الأخرى إلا الحقائق التى تنصب على الخصائص المكانية للأقاليم الجغرافية مثل الأشكال والأنماط، ولذا فلابد من اهتمام الجغرافي بالبيانات الرقمية التي يمكن الحصول عليها من مصادر مختلفة.

وتعتمد الأساليب الكمية التى يمكن تطبيقها إلى حد كبير على المادة الاحصائية أو البيانات التى يمكن جمعها، وعادة ما تصنف هذه البيانات حسب مصادرها إلى نوعين :

أولاً : البيانات المنشورة :

ويقصد بالنوع الأول الأرقام أو الحقائق التى جمعت حول ظاهرة ما من قبل هيئات دولية أو محلية لأغراض معينة فعلى سبيل المثال تجمع هيئة الأمم المتحدة ومنظماتها المختلفة بيانات حول دول العالم من النواحى الديموغرافية والسياسية والاقتصادية والصحية وتنشر هذه الأرقام دوريا فى مجلدات خاصة وتمثل أبحاث ودراسات منظمات الأغذية والزراعة واليونسكو والصحة العالمية والعمل الدولية والأمومة والطفولة نماذج لذلك. بل يصل الأمر أحيانا لأن تعقد الأمم المتحدة مؤتمرات خاصة تقدم فيها الأبحاث والدراسات عن موضوع معين مثل النمو السكانى ومشكلاته (مؤتمرات بوخارست ١٩٧٤ ونيو مكسيكو ١٩٨٤ والقاهرة ١٩٩٤). أو مؤتمر الأرض فى ريودى جانيرو بالبرازيل عام ١٩٩٢ الذى اهتم بالتأثيرات المدمرة للإنسان على البيئة.

وعلى المستوى المحلى فى مصر تقوم هيئات أو اجهزة أو وزارت بجمع البيانات الاحصائية حول ميدان نشاطها وغالبا ما يوجد قسم خاص للاحصاء فى كل وزارة أو هيئة يخدم اغراض التخطيط المستقبلى، ويقوم الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء بجمع أكبر قدر من البيانات حول الأنشطة المختلفة فى البلاد بصفة دورية أحيانا أو فى صورة غير دورية فى أحيان أخرى، ومهمة هذا الجهاز هى فقط جمع البيانات وجدولتها لسيتفيد منها المخططون أو الباحثون.

ويمكن أن تستخدم هذه البيانات المنشورة من قبل الجغرافى وتطبق عليها أساليب كمية معينة إذا كانت تدخل ميدان دراساته، ولكن يجب أن يراعى الغرض الذى جمعت من أجله هذه المعلومات والمفاهيم الأساسية أو التعريفات التى وضعت أو حددت لكل عنصر من عناصرها لأن غرضها فى اغلب الأحوال يكون غير جغرافى، وبالتالى نحصل منها على الأرقام التى تظهر الاختلافات المكانية من منطقة لأخرى مع مراعاة التعريف الذى وضع فى كل حال، ولإيضاح ذلك مثلا إذا كنت ترغب فى معرفة اختلاف القوى العاملة بين دول العالم وحصلت على بيانات تظهر حجم هذه القوى من منظمة العمل الدولية فلابد من معرفة الحد الأدنى والأقصى للأعمار، ففى بعض الدول يؤخذ سن ٦ سنوات كحد أدنى وفى دول أخرى سن ١٠ أو ١٢ أو ١٥ سنة، كذلك قد يكون سن المعاش ٦٠ سنة فى دول أو مهن معينة وقد يجاوز ذلك فى دول ومهن أخرى، ثم ما موقف الدول من عمل الإناث مثلا؟ كذلك يجب مراعاة أن هذه الأرقام أو البيانات تجمع ثم تنتشر بعد ذلك وتستغرق زمنا قد يكون قصيرا أو طويلا ولا حل أمام الجغرافى سوى انتظار نشرها فى مثل هذه الحالات، وقد يطلق عليها فى بعض الحالات مصادر تاريخية لأنها تمثل رصداً لظاهرات أو أحداث وجدت أو حدثت فى أماكن محددة خلال تاريخ معين، ويمثل ذلك بيانات التعدادات السكانية التى قد تنشر أحيانا كل عشر سنوات أو أكثر.

وفى عالمنا المعاصر أصبح لدى الباحثين فيض من البيانات المنشورة دائما سواء على المستوى المحلى أو العالمى ويزداد هذا الكم ويتسم بدقته بصفة خاصة فى

الدول المتقدمة ويقل نسبيا وتشوبه درجات مختلفة من عدم الثقة فى الدول النامية، ولكن مع التطور الذى لحق بوسائل جمع البيانات وجدولتها وتصنيفها بأجهزة الحاسبات الآلية (الكمبيوتر) أصبح كثير من الباحثين يصعب عليهم ملاحقة كل ما ينشر من بيانات حتى فى مجال تخصصهم فى كل انحاء العالم، وتتولى الجهات المختلفة نشر البيانات فيما يعرف باسم الدوريات ويقصد بها المجلدات أو النشرات التى تطبع كل فترة معينة وتتناول نشر بيانات حول تخصص معين أو ظاهرة ما.

وفى السنوات الأخيرة إتجهت بعض الدول لإقامة مراكز خاصة للمعلومات الجغرافية تعرف باسم نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems تجمع فيها كل البيانات المتعلقة بأقاليم الدولة المختلفة وتخزن فى حاسبات آلية لإستخدامها عند الحاجة من خلال الاشتراك فى شبكات الانترنت.

وفى بعض الحالات تجمع البيانات خلال فترة زمنية معينة بصفة دورية (كل عام مثلا) ثم يتوقف جمعها لسبب أو آخر لفترة محددة ولا تلبث بعدها أن تعود إلى الانتظام مرة أخرى مما يخلق فجوة زمنية فى تسلسل البيانات. ويلجأ الباحث فيها إلى ما يعرف باسم الاستكمال غير أن اللجوء إلى هذا الأسلوب لا ينطبق على كل أنواع البيانات.

وقد تكون هذه البيانات فى بعض الأحيان مشوبة ببعض الأخطاء، ومن ثم يمكن إجراء عملية تقويم لها إذا طبقت الأساليب الرياضية أو الاحصائية المناسبة مثلما يحدث عند معالجة الاخطاء فى بيانات التوزيع العمرى للسكان فى تعدادات الدول النامية.

ثانيا : البيانات الحقلية أو الميدانية :

وهى المصدر الثانى للبيانات وفى حالة الجغرافيا يمكن تقسيمها إلى قسمين :

١ – قياسات حقلية لظاهرات طبيعية :

٢ – بيانات ميدانية تجمع من خلال المقابلات الشخصية أو صحائف الاستبيان وهى تتعلق بالظاهرات البشرية.

وتقدم دراسة ظاهرات السطح والظاهرات الجيومورفولوجية ودور عوامل التعرية المختلفة فى تشكيل سطح الأرض نموذجا للنوع الأول حيث يمكن من الناحية الكمية معرفة مقدار تراجع خط الساحل فى منطقة بحرية ما أو تقدير حمولة النهر أو قياس معدلات زحف الرمال، ويتم كل ذلك بأجهزة خاصة فى الحقل على أن توقع هذه القياسات على خرائط طبقا لمقياس الرسم وبرموز محددة.

ويجب على الجغرافى عندما يذهب الى الميدان الا تكون لديه وجهة نظر خاصة متميزة سلفا، وتعطى الرحلة السريعة او الاستطلاعية انطباعا اوليا عن المظهر العام لمنطقة البحث وشكل التوزيعات القائمة فيه بل وعن أفضل طرق ووسائل التجوال فيه والعقبات المحتملة فى مناطقه المختلفة والوقت اللازم لبرنامج العمل والتكاليف الضرورية للبحث، وبطبيعة الحال يتطلب العمل الميدانى إعداد خريطة أو مجموعة خرائط أساسية وتدريبا جيدا على ممارسة تقنيات التسجيل وكيفية الملاحظة بجانب إحصاء وقياس الظاهرات واستكمال البيانات الناقصة ورسم "الاسكتشات" الحقلية وجمع الوثائق الهامة.

ورغم ذلك فبيانات الحقل لا تخلو من نقائص اهمها قصور التسجيل أو عدم الدقة فيه أحيانا وافتقادها للآنية فى أحيان اخرى مما يجعل كثيرا منها يهم المؤرخ والاقتصادى اكثر من الجغرافى ولكن من مزاياها الاتيان بالجديد والتحقق من صحة فرض معين على الطبيعة.

أما النوع الثانى فيتعلق بدراسات السكان او العمران والأنشطة السكانية والنقل، وفى كل الحالات لابد للباحث من أن يضع الفروض التى يرتكز عليها بحثه ومن خلالها يمكن معرفة البيانات التى يراد جمعها حول هذه الظاهرة أو تلك، وبناء عليه يبدأ فى تصميم صحيفة الاستبيان يضع فيها من الاسئلة ما يفى بغرضه.

ويراعى عند وضع الأسئلة فى صحيفة الاستبيان[1] عدة اعتبارات اهمها بساطة الأسئلة وسهولة فهمها من قبل الباحث والمبحوث بجانب إمكان احابتها بصورة مختصرة ومحددة مثل نعم أو لا أو وضع رقم محدد أو درجة معينة حتى لا يترك مجالا للإجابات القابلة للتأويل فيما بعد. كذلك تعد الثقة فى الصحيفة ومن يتولى استيفاءها مسألة يجب أن توضع فى الحسبان بحيث يشار فى بدايتها إلى أن الغرض منها هو البحث العلمى فقط ومراعاة سرية بياناتها. وألا يسمح لأحد بالاطلاع عليها، ولابد أن تضم الصحيفة بجانب كل ذلك أسئلة معينة يراد بها التأكد من صحة البيانات الواردة فيها كأن يوضع سؤال فى البداية عن ظاهرة ما ثم تعاد صياغته بطريقة اخرى فى نهايتها حول نفس الظاهرة أو غير ذلك، وتبدأ أسئلة الصحيفة عادة بالبسيط ثم تنتقل للمركب تدريجيا ويراعى فيها مستوى السكان التعليمى وخصائصهم الاجتماعية وبحيث تتجنب الأسئلة المحرجة والتى لا يمكن الاجابة عليها.

والمرحلة الثانية التى تلى تصميم صحيفة الاستبيان هى تحديد المنطقة المراد دراستها وتحديد الإطار الذى ستوزع فيه الصحائف فإذا كانت الدراسة حول السكان فإن الإطار سيكون عددا من الوحدات السكنية المعيشية أو الأسر النووية أو القرى وغير ذلك، وبناء على هذا التحديد الذى يجب توقيعه على الخرائط بدقة - يتم طبع عدد من الصحائف مع إضافة كم محدود احتياطا لما قد يفقد فى الميدان لسبب أو آخر.

وقبل النزول إلى الميدان لابد للجهة المعنية بالبحث أن تحصل على إذن من السلطات المحلية فى منطقة الدراسة لإجراء البحث، وإن يصاحب ذلك إعلان السكان المحليين بوسائل مختلفة وعن طريق الجماعات القيادية المؤثرة لتحقيق أكبر قدر من الاستجابة للباحثين.

---

(١) يفرق الاحصائيون بين صحيفة الاستبيان واستمارة البحث الميدانى على أساس أن الأولى تستوفى بواسطة المبحوث نفسه وترسل بالبريد على حين يستوفى الثانية باحثون مدربون ولكن يبدو من الصعب تطبيق الأولى فى الدول النامية.

وعادة يتلقى الباحثون الذين يستوفون الصحائف من المبحوثين تدريبا خاصا قبل النزول إلى الميدان حول الكيفية التي يتم بها استيفاء البيانات وأن تؤخذ عينه صغيرة تتم تجربة الصحيفة فيها في إطار المجتمع نفسه لتتضح الأخطاء التي قد تتعلق بفهم بعض الأسئلة.

وغالبا ما تواجه الباحث في الميدان مشكلات معينة منها توقع رفض بعض المبحوثين استيفاء بيانات الصحيفة كلية وتسمى هذه حالات الرفض، ويمكن أن تؤثر على حجم العينة المسحوبة إذا كان عددها كبيرا، وتشير إلى موقف السكان في المجتمع موضوع الدراسة تجاه الإدلاء بالمعلومات وهنا تأتي اهمية الاعلان عن البحث مسبقا في وسائل الاعلام المحلية ودور العناصر القيادية ذات التأثير في إقناع السكان بأهمية البحث قبل البدء فيه.

كذلك قد يلاحظ في الميدان عدم استجابة الأفراد المبحوثين لتقديم إجابة حول سؤال أو أكثر في صحيفة الاستبيان وتسمى تلك حالات عدم الاجابة، وتميز عند تفريغ الاستمارة على انها غير مبينة وإذا كانت كثيرة ستؤثر على نوعية البيانات التي يهدف سؤال معين إلى جمعها.

وتمر صحائف الاستبيان بعد استيفائها في منطقة الدراسة بمرحلتين هامتين هما :

١ - المراجعة الميدانية وفيها تراجع كل بيانات الاستمارة في نفس المنطقة أي في المكان الذي يقيم فيه الباحثون، وهنا يمكن اكتشاف نوعين من الأخطاء اولهما أخطاء يمكن العودة لاستيفائها من المبحوث نفسه في الميدان خلال اليوم التالي وهي أما بيانات ناقصة مثل عدم الاجابة على بعض الأسئلة أو بيانات لا تتسق مع بقية البيانات الواردة في الاستمارة، ولا يمكن للباحث أن يصححها بنفسه وبالتالي يمكن تصويبها بواسطة الباحثين دون الرجوع إلى المبحوثين.

٢ - المراجعة المكتبية : وفيها تراجع بيانات الصحائف بحيث تستبعد الحالات غير المستوفاة او تصحح بعض البيانات التي يمكن اكتشافها قبل تفريغ البيانات.

وبعد كل هذه المراحل تأتى مسألة تحويل صحائف الاستبيان إلى بيانات فى صورة مجموعة من الجداول، ويتوقف عدد هذه الجداول وأنواعها على تصميم الاستمارة كما سبقت الإشارة، وعادة ما يتم تفريغ صحائف الاستبيان آليا بواسطة الأجهزة الحاسبة (الكمبيوتر) حيث يتم ترميزها أولاً بحيث تحول الاجابات النوعية إلى أرقام كأن تعطى الاجابة بنعم الرقم صفر والاجابة بلا الرقم(١)، وهكذا تحول بقية الاجابات عن الأسئلة المختلفة وبعد الترميز تدخل آلة التثقيب ثم تفرز وتحول إلى مجموعة من الجداول.

أما إذا كان التفريغ يدوياً فيقوم به مجموعة من الباحثين المدربين على ذلك، وتفرغ الجداول بالطريقة الاحصائية التى سيرد ذكرها فيما بعد، وبالرغم من ذلك فالتفريغ اليدوى اكثر عرضه للأخطاء فى النهاية ولا يصلح فى حالة البيانات الكثيرة والمتنوعة لأنه يستغرق وقتا طويلا جدا ويقتضى عمل عدد كبير من الأفراد مما يعنى احتمالات أكبر للخطأ

جدولة البيانات :

ويقصد بها نظم مجموعة من الأرقام حول توزيع ظاهرة معينة فى صورة صفوف بحيث تبرز حقائق معينة أو تيسر تحليلها وقراءتها. ويتألف الجدول فى معظم الأحوال من وحدات مكانية أو زمنية أو نوعية توضع فى صورة صفوف رأسية وتوضع امامها الخصائص التى يراد إظهارها على هيئة اعمدة متجاورة افقيا.

ولإيضاح ذلك إذا كان لديك الوحدات المكانية ممثلة فى بعض محافظات الوجه البحرى مثلا فهى تمثل أول الأعمدة التى تنظم رأسيا، ثم يوضع أمامها توزيع السكان ونسب الأمية وكثافات السكان بحيث يمثل كل منها عمودا قائما بذاته باعتبارها خصائص، وتعتبر كل خاصية من هذه الخصائص موزعة مكانيا او جغرافيا وتكون صورة الجدول كما يلى :

توزيع بعض الخصائص السكانية فى بعض محافظات الوجه البحرى
عام ١٩٨٦

المحافظة	نسبة السكان٪ من سكان مصر	نسبة الأمية من سكان المحافظة (١٠ سنوات فأكثر)	كثافة السكان فى الكيلو متر٢ من المساحة الماهولة
البحيرة	٦,٧	٥٧,٥	٣٢٢
كفر الشيخ	٣,٧	٦٠,٣	٥٢٤
الغربية	٦٠,٠	٤٧,٦	١٤٧٨
المنوفية	٤,٦	٤٨,١	١٤٥٤

وتسمى هذه الخصائص متغيرات، ويقصد بها المقاييس أو المعايير التى تتخذ لقياس ظاهرة ما فى توزيعها المكانى وتتغير من منطقة لأخرى فنسبة السكان متغير أول والأمية متغير ثان والكثافة متغير ثالث وهكذا ... ولذلك لأن قيمها جميعاً تختلف زمناً ومكاناً، ولما كان اهتمام الجغرافيا هو معرفة الاختلافات المكانية فإن نظم الأرقام على هذه الصورة يساعد كثيرا فى ذلك، ثم تبدأ بعد ذلك مرحلة ثانية ترمى لمعرفة أسباب هذه الاختلافات.

وتعتبر جدولة البيانات الخطوة الأولى عند التعامل مع الأرقام وتحول القيم غير المجدولة فيها إلى قيم منظومة ولتوضيح ذلك فإنه إذا كانت لديك أعداد السكان فى محافظات الوجه البحرى فى مصر عام ١٩٨٦ كالتالى :

المحافظة	دمياط	الدقهلية	الشرقية	القليوبية	كفر الشيخ	الغربية	المنوفية	البحيرة*
عدد السكان بالألف	٧٤٠	٣٤٨٤	٣٤١٤	٢٥١٦	١٨٠٩	٢٨٨٥	٢٢٢١	٣٢٤٩

ففى هذه الحالة ترتب المحافظات حسب احجام سكانها من الأصغر إلى الأكبر كما يلى :

٧٤٠، ١٨٠٩، ٢٢٢١، ٢٥١٦، ٢٨٨٥، ٣٢٤٩، ٣٤١٤، ٣٤٨٤

(*) أضيفت مساحة وادى النطرون لمحافظة البحيرة

ومن خلال هذا الترتيب يمكن القول أن ربع عدد المحافظات يقل سكانه عن ٢ مليون نسمة ويجاوز ثلاثة ارباعها هذا الحجم ولكن السؤال المهم هو كيف يمكن وضع هذه القيم فى فئات؟

إذا اتخذت الفئات التالية كمحاولة للتصنيف فإن التوزيع سيكون على النحو التالى

من نصف مليون لأقل من مليون	/	محافظة واحدة (دمياط)
من مليون لأقل من ٢ مليون	/	محافظة واحدة (كفر الشيخ)
من ٢ مليون لأقل من ٣ مليون	///	ثلاث محافظات (المنوفية والغربية والقليوبية)
من ٣ مليون لأقل من ٤ مليون	////	ثلاث محافظات (البحيرة الشرقية الدقهلية)
مجموع التكرارات	٨	

ويسمى هذا الجدول تكراريا أى يتكرر فيه توزيع الظاهرة للفئة الواحدة أكثر من مرة، ويمكن إيضاح ذلك بمثال آخر : فإذا كانت لدينا متوسطات كميات الأمطار الساقطة (بالمليمتر) على ٢٠ مدينة فى منطقة معينة على النحو التالى :

١٠١٧ ، ٩٦٨ ، ٨٩٤ ، ٦٣٠

١٠١٩ ، ١٠١٣ ، ٩٢٢ ، ٧٧٤

١٢٨٣ ، ٧٥٩ ، ١٠٥٩ ، ٩١٤

٩٢١ ، ٨١٧ ، ٨٦٦ ، ٧٢٠

٨١٥ ، ٧٠١ ، ٦٥١ ، ٩٣٧

فيمكن ترتيبها تصاعديا كما يأتى :

٦٣٠ ، ٦٥١ ، ٧٠١ ، ٧٢٠

٧٥٩ ، ٧٧٤ ، ٨١٥ ، ٨١٧

٨٦٦ ، ٨٩٤ ، ٩١٤ ، ٩٢١

٩٢٢ ، ٩٣٧ ، ٩٦٨ ، ١٠١٣

١٠١٧ ، ١٠١٩ ، ١٠٥٩ ، ١٢٨٣

فإذا اختيرت الفئات على النحو التالى يصبح لديك جدولاً تكراريا على هذا المنوال :

الفئات		التكرارات
-٦٠٠	~~||||~~ |	٦
-٨٠٠	~~||||~~ ||||	٩
-١٠٠٠	||||	٤
-١٢٠٠	|	١
المجموع	٢٠	٢٠

ويلاحظ فى هذه الحالة أن القيم الواقعة بين ٦٠٠ وأقل عن ٨٠٠ تكرر حدوثها ست مرات والفئة التالية تسع مرات والفئة الثالثة اربع مرات وهكذا يتم تفريغ هذه القيم احصائيا بوضع (شرطة مائلة) تشير لحدوث الظاهرة مرة واحدة ثم يتوالى وضع هذه العلامات إلى ان تصبح اربع وتوضع الخامسة بطريقة عكسية عليها على النحو السابق.

الفئات أعدادها وأطوالها :

وتعتبر كتابة الفئات واختيار أطوالها من المسائل الهامة التى يجب أن تلقى عناية خاصة من الباحثين. ففى حالة تصنيف محافظات الوجه البحرى اختصر الجدول الأول الذى كان يضم ثمانى فئات إلى أربع فئات فى الجدول الثانى، وهكذا تبدو العلاقة عكسية بين أطوال الفئات المختارة واعدادها فى الجدول. والجغرافى تهمه اطوال الفئات أكثر من غيره لأن خرائطه ترتكز غالبا على الجداول، يتوقف إظهار الاختلافات المكانية فى توزيع الظاهرة موضع الدراسة او طمسها على طول الفئات المستخدمة فى الجدول او الخريطة, على ان الأمر المتفق عليه عموما هو مراعاة أن يكون عدد الفئات معقولا بحيث يمكن التعامل معه بمعنى ألا تقسم الأرقام إلى ٥٠ فئة مثلا أو فئة واحدة فقط أو إثنين ويتوقف ذلك على طبيعة الظاهرة موضع الدراسة ومدى تشتت توزيعها أو تجانسه.

وليس هناك قانون واحد او قاعدة معينة تصلح للتطبيق مباشرة فى كل الحالات ولكن هناك بعض الأسس التى تراعى منها اختيار فئات من نفس الحجم او

الإتساع ومحاولة تجنب الأعداد الكبيرة جداً منها خاصة وأن التمثيل البيانى أو الخرائطى له دور فيصعب مثلا تجاوز عشر فئات فى مفتاح خريطة واحدة إلا فى حالات معينة (استخدامات الارض فى المدن مثلا) ومن ثم ينظر للعدد ٧ - ٨ فئات باعتباره مناسبا للظلال أو الألوان المستخدمة فى الخرائط.

وربما كانت بعض القوانين الموضوعة للتعامل مع مجموعة من الوحدات الملاحظة وتصنيفها ذات قيمة فى هذا الصدد ومنها قانون **Croxton and Cowdien** وصيغته على النحو التالى :

ك = ١ + ٣,٣ لون

او معادلة **Brooks and carruthers** وصيغتها

ك > لون

حيث تشير ك لعدد الفئات المرغوبة، لو ن إلى لوغاريتم عدد الوحدات الملاحظة وبقية الأرقام ثوابت :

غير ان الملاحظ أن هذه القواعد لا تصلح إلا عند التعامل مع عدد من الوحدات تمثل عينات سحبت على نطاق محدود بجانب نظرتها للقيم وتوزيعها احصائيا دون ربطها بالمكان.

ويبين الجدول التالى التوزيع النسبى للسكان فى بعض المحافظات المصرية فى تعداد ١٩٨٦ ومنه يظهر أن النسب تتراوح بين ١٢,٦ فى القاهرة ٠,٧٪ فى

المحافظة	نسبة السكان	المحافظة	نسبة السكان
١ - القاهرة	١٢,٦	٧- القليوبية	٥,٢
٢- الدقهلية	٧,٢	٨- المنوفية	٤,٦
٣- الشرقية	٧,١	٩ - دمياط	١,٥
٤ - البحيرة	٦,٧	١٠- الإسماعيلية	١,١
٥ - الإسكندرية	٦,١	١١- بور سعيد	٠,٨
٦ - الغربية	٦,٠	١٢- السويس	٠,٧

حالة محافظة السويس، وإذا كان الغرض رسم خريطة توضح الاختلافات في توزيع نسب السكان للمحافظات على شكل فئات فإن المدى هو : ١٢,٦ - ٠,٧ = ١١,٩ ثم تقسم المحافظات بإحدى هاتين الطريقتين :

أولاً : الطريقة الأولى	العدد	ثانيا : الطريقة الثانية	العدد
محافظات نسبتها من٠,٥ إلى اقل من ٣٪	٤	أقل من ٥ ٪	٦
محافظات نسبتها تتراوح بين ٣ لأقل من ٦٪	٢	من ٥٪ لأقل من ١٠٪	٥
محافظات نسبتها تتراوح بين ٦ لأقل من ٩٪	٥	من ١٠٪ لأقل من ١٥٪	١
محافظات نسبتها تتراوح بين ٩لأقل من ١٢٪	-		
محافظات نسبتها بين ١٢ لأقل من ١٥٪	١		
المجموع	١٢		١٢

ويلاحظ أنه فى الحالة الثانية وضعت محافظات متفاوتة النسب إلى حد ما فى فئة واحدة أى أن الفروق تم ادماجها مما يقلل من معرفة مدى التفاوت.

الطرق المختلفة لكتابة الفئات :

يلاحظ فى الامثلة السابقة أن كلمة "أقل من" كانت تذكر بصفة دائمة قبل الحد الأعلى للفئة، وذلك لأن الفئات فى بعض الأحيان قد تكتب على النحو التالى :

٠,٥ - ٣٪

٣ - ٦٪

٦ - ٩٪

وهذه الطريقة فى الكتابة خطأ لأنها تكرر الرقم الواحد فى فئتين متتاليتين فالقيمة ٣ مثلا هل توضع فى الفئة الأولى أم الثانية وهكذا.

كذلك قد تكتب الفئات فى بعض الأحيان إذا كانت خمسية مثلا بالطريقة التالية :

١٠ - ١٤

١٥ - ١٩

٢٠ - ٢٤

وهذا وضع معيب لأن هنــاك قيمـا يصعـب وضعهـا فـي أى فئـة مـن هـذه الفئات، فالقيمة ١٤,٥ مثلا ستوضع فى الفئة الأولى أم الثانية، ويعنى ذلك أنه توجد فواصل بين الفئة والفئة التالية لها ومن ثم فالأسلوب الصحيح لكتابة الفئات تستخدم فيه واحدة من طريقتين هما :

١٠ - ١٤,٩٩٩

١٥ - ١٩,٩٩٩

٢٠ - ٢٤,٩٩٩

ولما كانت هذه الطريقة عيبها كثرة عدد الأرقام المكتوبة عند الحـد الأعلـى للفئة فإنه يفضل استخدام الطريقة التى تحدد أحد طرفى الفئة صراحة وتترك الطـرف الآخر ليتحدد ضمنا من الفئة التالية او السابقة وفى حالة تحديد بداية الفئة تكون فـى المثال السابق على النحو التالى :

١٠ -

١٥ -

٢٠ - وهكذا

ومعنى ذلك ان الفئة الأولى تشمل ١٠ وكل ما هو اكبر منها حتى أقل من ١٥ وهى بداية الفئة الثانية وهكذا تسير الفئات على هذا النحو أو قد يذكر صراحـة لفظ " أقل من " كما سبقت الإشارة.

وقد تحدد نهاية الفئة صراحة وتترك بدايتهـا لتحـدد ضمنـا مـن نهايـة الفئـة السابقة كالتالى :

- ١٥

- ٢٠

- ٢٥

ومعنى هذا أن الفئة الأولى تبدأ عند أكبر من ١٠ وتستمر حتى تشـمل ١٥ نفسها والفئة الثانية تبدأ بعد ١٥ وتستمر حتى تشمل ٢٠ نفسها وهكذا لأن الفئات تقرأ فيقال عنها ١٥ فأقل أو ٢٠ فأقل.

ويلاحظ ان الفئات قد تكون الفواصل بينها منتظمة بمعنى ان الفاصل لا يتغير بين أى فئة والتالية لها كأن يكون ٥ أو٢أو٣ ويسمى التوزيع المنتظم، ولكن قد يضطر الباحث فى بعض الأحيان إلى استخدام التوزيع غير المنتظم مثلما هو الحال فى جدول توزيع نسب السكان فى المحافظات سابق الإشارة إليه ففى حالته يلاحظ أن القاهرة وحدها تقرب من ١٣٪ ويليها مجموعة محافظات تقع بين ٦،٨٪ ومجموعة تالية قيمتها ٤ - ٦٪ ومجموعة تالية تقل عن ذلك.

وفى بعض الأحيان تكون الفئات محددة البداية والنهاية ويسمى الجدول فى هذه الحالة جدولا مقفلا، وإذا كانت نهاية الجدول مفتوحة كما فى حالة بيانات السن للسكان حيث تنتهي بالسن ٧٥ فما فوق يعتبر الجدول مفتوحا حتى وإن انتظمت الفئات، وقد يكون الجدول مفتوحا عند طرفه الأدنى كأن يقال أقل من ١٥ مثلا فهذه تحتمل من صفر إلى ١٥ وقد يكون مفتوحا فى البداية والنهاية.

أنواع الجداول وخصائصها :

يراعى عند تكوين الجدول عدة أمور منها أن يكون بسيطا بقدر الإمكان حتى تسهل قراءته واستخلاص الحقائق منه لأن الجدولة ما هى إلا وسيلة لتركيز البيانات فى أضيق حيز ممكن. كذلك لابد من تحديد خاناته ومدلول كل واحدة منها بطريقة مختصرة بحيث تكتب فى حيز محدود، ويشار قبل بناء الجدول إلى العنوان الدقيق له الذى يبين ما يضمنه من بيانات وتاريخها ووحدات القياس المستخدمة عددية أو مساحية أو وحدات وزن ويجب أن تكون موحده فى كل الجداول بقدر الإمكان فلا يصح استخدام الأميال مرة والكيلو مترات مرة ثانية والأفدنة مرة ثالثة لمعرفة المساحات مثلا، كما ان تحديد دلالة الأرقام إذا كانت نسبا مئوية أو أرقاما مطلقة أو معدلات لكل ألف أو أكثر كل ذلك يجب مراعاته بدقة عند وضع الجدول ويشار فى نهاية الجدول عادة إلى مصدر بياناته.

وتختلف الجداول فى انواعها حسب الأغراض التى توضع من أجلها ويمكن تقسيمها إلى :

١ – جداول جغرافية وفيها يتم توزيع الظاهرة حسب الوحدات المكانية وهى اكثر الجداول استخداماً فى الجغرافيا وقد تكون هذه الوحدات أقساماً طبيعية مثل القارات أو البحار والمحيطات أو اقسام من وضع الإنسان مثل الدول أو الوحدات الإدارية بمسمياتها المتباينة محافظات أو مراكز أو كونتيات أو غير ذلك ويمكن أن يمثل الجدول التالى نموذجا لهذا النوع :

اعداد السكان ومساحات بعض الدول الإسلامية فى عام ١٩٨٦

الدولة	المساحة الف كم٢	السكان مليون نسمة	الدولة	المساحة الف كم٢	السكان مليون نسمة
نيجيريا	٩٢٤	٩٩	اندونيسيا	١٩٠٤	١٦٧
الجزائر	٢٣٨٢	٢٢	ايران	١٦٤٨	٤٦
مصر	١٠٠١	٤٨	باكستان	٨٠٤	٩٩

٢ – جداول زمنية ويكون الأساس فيها قياس تطور حدوث ظاهرة ما خلال مراحل زمنية مختلفة مثل تطور سكان مصر خلال الفترة من ١٨٩٧ – ١٩٨٦ وذلك على النحو التالى مثلاً :

السنة	السكان بالمليون	السنة	السكان بالمليون	السنة	السكان بالمليون
١٨٩٧	٩,٧	١٩٢٧	١٤,٢	١٩٦٠	٢٦,٠
١٩٠٧	١١,٣	١٣٧	١٥,٩	١٩٦٦	٣٠,٠
١٩١٧	١٢,٨	١٩٤٧	١٩,٠	١٩٧٦	٣٨,٠
				١٩٨٦	٤٨,٠

٣ – الجداول المرتبة حسب الحروف الأبجدية وهذه تستخدم غالباً فى البيانات التى تنشرها الهيئات الدولية وفيها ترتب الدول حسب ابجديتها فتأتى أوغندا مثلاً قبل بنجلاديش وهذه قبل تشيكوسلوفاكيا وهكذا يمكن أن يطبق ذلك على محافظات مصر فتأتى أسيوط قبل أسوان.

٤ - الجداول الكمية وفيها ترتب الوحدات المكانية حسب أهمية الظاهرة فإذا كنت إزاء توزيع المساحات المزروعة فى محافظات مصر فتأتى محافظة البحيرة اولا ثم تليها الدقهلية فالشرقية فالمنيا وهكذا تبعا للأكبر فالأصغر حتى نصل لأقل المحافظات مساحة زراعية وبطبيعة الحال عند ترتيب هذه المحافظات حسب توزيع أى ظاهرة أخرى ستختلف أولوياتها.

٥ - الجداول الكيفية وتبين التوزيع النوعى لظاهرة ما كأن تصنف الصناعات من حيث عدد العاملين بها أو رأس مالها أو منشاتها حسب نوع الصناعة بين الغزل والنسيج والكيماوية والغذائية والمعدنية وغيرها.

٦ - الجداول المركبة : وتشمل توزيع أكثر من ظاهرة فى وقت واحد كأن يوزع السكان مثلا حسب الحالة التعليمية والسن والنوع أو توزع إنتاجية الأرض الزراعية فى عدد معين من الحيازات حسب كمية السماد المضافة.

٧ - الجداول التكرارية : وتبين توزيع ظاهرة ما حسب عدد مرات حدوثها، وقد يكون هذا التوزيع عدديا أو نسبيا بمعنى أنه يمكن تحويل القيم المطلقة فى الجدول التكرارى إلى نسب مئوية بالنسبة لمجموع التكرارات كلها وهذا يسهل المقارنة بين أكثر من جدول تكرارى واحد إذا كانت العينات المسحوبة مختلفة الأحجام.

٨ - الجداول التراكمية : وتسمى الجداول التى تجمع تكرارات حدوثها تصاعديا أو تنازليا باسم الجدول التكرارى المتجمع الصاعد أو الهابط وقد تكون فى صورة أعداد مطلقة أو نسب مئوية. وقد تجمع القيم الموجودة فى أى جدول من الأنواع السابقة جمعا تراكميا بحيث يبين مدى تركز أو تشتت الظاهرة موضع الدراسة.

الفصل الثالث

القياس والترتيب والتصنيف

أولاً : أنواع المقاييس

١ - المقياس الأحادى.

٢ - المقياس الثنائى.

٣ - المقياس المتعدد.

٤ - المقياس الفئوى أو النسبى.

ثانياً : تطبيق أنواع المقاييس على البيانات ومشكلاته.

ثالثاً : احتمالات الخطأ فى القياس.

رابعاً : مشكلات القياس فى الجغرافيا.

- الترتيب

أولاً : الترتيب الكامل

ثانياً : الترتيب الضعيف

ثالثاً : الترتيب الجزئى.

- التصنيف

أولاً : الهدف من التصنيف

ثانياً : أسس التصنيف.

ثالثاً : اختيار الخصائص وأساليب التصنيف

رابعاً : الأساليب الكمية فى التصنيف.

خامساً : أنماط التصنيفات.



الفصل الثالث

القياس والترتيب والتصنيف

أولاً : أنواع المقاييس :

من الواضح أن التعامل مع البيانات الجغرافية يتطلب استخدام نماذج للقياس الكمى يمكن تقسيمها إلى أربع مجموعات محددة تستخدم لمعايرة الأشياء أو خصائصها. وفى السنوات الأخيرة ظهرت نماذج للتصنيف أكثر تعقيداً سميت نماذج القياس المتعددة الأبعاد Multi - dimensional Scaling Models ولكن من الافضل أن نبدأ بالمقاييس الأربعة والتى يمكن تمييزها بخصائصها الرياضية أكثر من قيمتها التطبيقية وتشمل المقاييس الأحادى والثنائى والمتعدد والفئوى أو النسبى ومن الطبيعى أن يرتبط تطبيق هذه المقاييس بالبيانات المتاحة فتزداد دقتها وقيمتها كلما زادت كمية المعلومات.

١ - المقياس الأحادى :

والسؤال الذى يدور حول هذا النموذج هو :هل هو مقياس أم أسلوب للتصنيف؟ فقد استبعده كل من تورجوسون (١٩٥٨)، وناتللى (١٩٦٧) من المقاييس واعتبراه أسلوبا للتصنيف سواء للأشياء أو الخصائص التى تميزها فمثلا نحن نضع أرقام لاعبى الكرة أو نرقم الأقاليم التى ندرسها ١،٢،٣ وهذا التقسيم لا نقوم فيه بعمليات رياضية فلا يقال مثلا أن الإقليم رقم ٨ - الإقليم رقم ٥ يعطينا الإقليم رقم ٣. وهنا يجب ألا نخلط بين العد والتصنيف بهذه الطريقة فعد الأشياء الموجودة فى الصناديق المصنفة على أسس مختلفة أسلوب يختلف عن إعطاء كل صندوق منها رقماً، حيث يصبح من السهل بعد ذلك إجراء عمليات حسابية.

٢ - المقياس الثنائى :

وهو أدنى المقاييس الاحصائية ولا يتطلب سوى بيانات محدودة، ربما يكون من الصعب التفكير فى الكيفية التى توضع بها أحداث معينة فى صورة فئات، ولكن يمكن القول أن المقياس الثنائى معناه تصنيف هذه الأحداث أو الملاحظات فى صورة خيار من اثنين فمثلا يتوزع مجموع السكان كأفراد بين نوعين ذكور أو إناث أو

تتوزع إجابة سؤال محدد في صحيفة استبيان بين نعم أولاً أو يتوزع مجموع الأفراد في مكان ما بين حاضر وغائب، وطبقا لهذا المقياس الثنائى يمكن بسهولة التفكير فى تصنيف أى ظاهرة على سطح الأرض ثم رصدها طبيعية أو بشرية بين قسمين، فالمناخ يمكن أن يتوزع مثلا بين الجاف والممطر أو بين الحار والبارد ولكن يعيب هذا المقياس البسيط إمكان ضياع كم كبير من المعلومات أو التفاصيل بين هذين النمطين إذا كانت ظاهرة موضع البحث متدرجة فى حدوثها. وتتمثل قيمة مثل هذا النوع من المقاييس فى استخدامه فى صحائف الاستبيان للاجابة عن اسئلة تتوزع اجاباتها بين خيارين.

٣ – المقياس المتعدد :

ويقصد به توزع الظاهرة موضع الدراسة بين أكثر من فئتين فليس من الضرورى فى كل الأحوال أن تنقسم الظاهرة بين خيارين فقد تكون أربعة أو خمسة أو أكثر فمثلا إذا كنت إزاء دراسة عن محافظات مصر وعدد الجامعات فيها فيمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات : محافظات لا توجد بها جامعات كلية وأخرى توجد بها جامعة واحدة وثالثة توجد بها أكثر من جامعة، ويعتمد تصنيف الظاهرة إلى عدد معين من الفئات على عوامل مختلفة منها مدى التباين فى توزيع قيم الظاهرة والهدف الذى يرمى إليه الباحث فهل غرضه البحث عن التفاصيل الدقيقة فى مدى الاختلاف أم يريد التوصل لدرجة كبيرة من التعميم بحيث يكون لديه أنماط محدودة فى نهاية الأمر ؟ وهنا يدخل نمط الدراسة كعامل ثالث فهل هى دراسة شاملة على نطاق كبير من الأرض أو دراسة تفصيلية على مساحة محدودة.

٤ – المقياس الفئوى أو النسبى :

وهو أكثر المقاييس شيوعا واستخداما فى وقتنا الحالى عند ترتيب الظاهرات على أساس كمى، وهنا يظهر استعمال المسافات الفاصلة بين كل ظاهرة والأخرى ويبدأ المقياس الفئوى من نقطة محددة تعين ففى الجغرافيا مثلا تحدد المواقع حسب دوائر العرض بدءاً من خط الاستواء الذى ينظر إليه كنقطة بداية (صفر) وكذلك الحال مستوى سطح البحر يعتبر مقياساً للاختلافات فى التضاريس. والمقياس النسبى

له أهميته وفيه ينظر الباحث أو الدارس إلى الظاهرة موضع الدراسة باعتبارها تمثل رقماً للعشرة أو مضاعفاتها ١٠ أو ١٠٠ أو ١٠٠٠ وهنا يصبح لدينا حالتين.

أ - تقسيم ما تمثله الظاهرة فى صورة نسب مئوية فإذا قيل أن سكان الإسكندرية يمثلون ١٠٠٪ فإنه فى الإمكان توزع سكان أقسام المدينة المختلفة حسب نسبة كل قسم فى المائة من إجمالى السكان، وميزة هذا التقسيم أنه يعطى انطباعا مباشرا وسريعا عن الأهمية النسبية لكل قسم من هذه الناحية وهكذا يمكن أن يطبق ذلك على أى ظاهرة اخرى تجزأ إلى اقسام.

ب - نسبة جزء من ظاهرة معينة حسب درجة حدوثه لظاهرة أخرى قد تكون من نفس النوع أحيانا أو لا تكون من نفس النوع فى أحيان أخرى ويعرف ذلك باسم المعدلات وهى تنسب لكل ألف أو لكل عشرة آلاف فمثلا يقال معدل المواليد لكل ألف من السكان أو معدل الإصابة بمرض معين لكل عشرة آلاف أو مائة الف من السكان، وهكذا يزيد الرقم المنسوب إليه أو ينقص حسب مدى حدوث الظاهرة فإذا كانت الإصابة بمرض معين نادر الحدوث نقول حالة لكل مائة ألف مثلاً.

ثانياً : تطبيق أنواع المقاييس على البيانات ومشكلاته :

تعنى عملية القياس محاولة توقيع الأشياء بتصويرها خرائطيا فى إطار مساحة معينة أعدت سلفاً ومن هنا فنحن الذين ننظم هذه الأشياء وهى لم تأت لنا منتظمة بذاتها. وكل نموذج من نماذج القياس له أساليب رياضية معينة ذات خصائص محددة فكيف إذن نستطيع أن نختار نماذج القياس التى تلائم مشكلة معينة وكيف نعاملها؟ أو نعمل بها ؟ الاجابة على مثل هذه الأسئلة تعتمد على مدى فعالية كل مقياس كوسيلة للملاحظة التجريبية، وهذا الموضوع له جانبان أحدهما فلسفى معقد والآخر عملى تماماً وهما على كل حال متداخلان وقد قسم كامبل Campbe (١٩٢٨) مثلاً المقاييس إلى قسمين : أساسية Fundamental (أهميتها لا تعتمد على أى اهمية أخرى) ومشتقة (تتألف من عدة مقاييس أساسية مركبة) واقترح اعتماد العلوم على الأولى بقدر الإمكان.

والمتفق عليه الآن أن هناك خصائص معينة يمكن تطبيق المقاييس عليها بسهولة كما أن الخصائص المعقدة يمكن تجزئة ابعادها العديدة إلى أبعاد أحادية وتطبيق المقاييس البسيطة عليها ثم تركيبها بعد ذلك لتصبح مقاييس تركيبية، وهناك كثير من الحالات يكون من السهل فيها قياس خاصية مركبة بصورة مباشرة بدلاً من قياس مكوناتها وهذا لا يكون سهلاً فى العلوم السلوكية عند قياس الطلب أو المنفعة أو الرفاهية والضغوط فهى صعبة القياس ببساطة لأن معانيها المحددة غير واضحة ومن ثم فالفهم النظرى الواضح يجعل تطبيق المقاييس أمراً سهلاً وبالتالى فإن القياس وسيلة ملاحظة Observational device تعتمد على نظرية كافية وقواعد معينة ترتبط بها وتحولها إلى مفاهيم عملية.

فالنظرية تقدم شيئا عن بنية الأحداث أو الأشياء الملاحظة فإذا عرفت البنية يمكن بسهولة إستخلاص بعض المعايير لقياسها، وهنا يصبح واضحا أنه لا يمكن استخدام مقياس فترى عندما يكون الهيكل أو البنية غير مستمر . و على سبيل المثال إذا أريد تحديد فائدة المكان بالنسبة للسكان يمكننا أن نحدد أفضلية الأماكن للسكان، ومن البداية فإننا لا نعرف معنى واضحا ومحدداً حول الاستخدامات المكانية وتكون النتيجة البحث عن معلومات على المقياس الأحادى هل تفضل أو لا تفضل هذا المكان؟ والاجابة لن تعطى معلومات كثيرة ولا نستطيع من خلالها التعامل مع البيانات فى صورة جداول أو بتطبيق أساليب معقدة. ولكن إذا طلب من الناس ترتيب الأماكن حسب أفضليتها لهم ترتيبا تنازليا ثم مثل ذلك على خريطة طبقا للمقياس الترتيبى فلا شك فى حصولنا على قدر اكبر من المعلومات وإمكان تطبيق بعض المعايير الأخرى، ولكن مثل ذلك يفترض النظرة الانتقالية للناس Transtivity فى وقت محدد عند المفاضلة، هل هذه الانتقالية مستمرة طوال الوقت؟ ولهذا نخرج بمبدأ هام مؤداه أن طريقة القياس تتوقف على الفروض الموضوعة سلفاً وهذه الفروض تحتاج إلى التأكد من إمكان تطبيقها عملياً.

ونقطة أخرى تتصل بالطريقة التى تستطيع بها تحديد أى المقاييس يمكن استعماله هى محاولة التوليف بين أكثر من مقياس بسيط بطريقة معينة وهذه تقود إلى

طريقة عامة فى مجال النظم القياسية تعرف باسم التحليل البعدى Dimensional Analysis وهى توضح الكيفية التى يتغير بها شكل المقياس عندما تتغير الأرقام المستخدمة من خلاله وتساعد على مقارنة نظم القياس المختلفة وعلى تطوير هيراركية لهذه النظم. فعند قياس الطول مثلاً يمكن تربيعه لقياس المساحة وتكعيبه لقياس ثلاثة أبعاد (الحجم) وهكذا يمكن السير فى هذا الشكل من التحليل للبحث عن الخصائص الرياضية الأساسية (الأبعاد)، ذات القيمة فى العلوم الاجتماعية.

وتساعد هذه الطريقة فى تطوير أساليب أو طرق للقياس أو ربما اشتقاق مؤشرات جديد New Indices ذات قيمة، ومعظم المؤشرات ذات الأهمية فى الجغرافيا البشرية مثل معامل التوطن ومؤشرات التنمية الاقتصادية ومؤشرات النمو النسبى اشتقت بطريقة غير منتظمة Non Systematic، وبجانب ذلك كله تساعد نماذج القياس هذه فى إخراج طريقة لتمثيل الأشياء بيانياً على مقياس سابق التحديد، وهناك اعداد لا حصر لها من طرق التمثيل هذه يمكن تطويرها، وأعداد اخرى مثلها من المقاييس التى تم وضعها، والمشكلة المنهجية هنا هى كيف يمكن اختيار طريقة التمثيل وأسلوبه الملائم الذى يحقق العدالة بالنسبة لهدف موضوعى معين، لقد نجحت كثير من طرق التمثيل فى ظل أوضاع معينة وطبقت فى غيرها وحققت أيضاً نجاحاً، ولكن الحذر فى مثل هذه الحالات يأتى من أن الحركة نحو نظام معين للقياس وتطبيقه دون مراعاة للمشكلات الكامنة فيه قد يقود إلى بحوث غير فعالة بالمرة.

ثالثاً : احتمالات الخطأ فى المقاييس :

فى كل هذه المقاييس مجال للخطأ ويحدد مدى هذا الخطأ فائدة المقياس لوضع معين، والوضع المثالى بالطبع هو أن يكون الخطأ بسيطاً بدرجة يمكن تجاهله معها وأهم هذه الأخطاء تأتى من أربعة مصادر هى :

أ - خطأ الباحث الذى يأتى من عدم قدرته على التجرد كلياً عند عملية القياس وفى حالة العلوم الطبيعية يعزى خطأ الباحث إلى عدم قدرته العقلية على التمييز النهائى بصورة قاطعة ويمكن فى هذه الحالة استخدام المنحنى الطبيعى لتقدير المقياس الحقيقى. أما فى العلوم الإنسانية فتظهر كل أنواع المشكلات المتعلقة

بعدم قدرة الباحث عند التعامل مع الآخرين على التخلص من تحيزه مع الأسئلة المطروحة، كما أنه يقحم نفسه غالباً فى أوضاع القياس ولذا فالأخطاء عادة تكون منتظمة وليست عشوائية.

ب - أخطاء الآلات المستخدمة مثل الترمومترات وغيرها فليست هناك آلات كاملة الدقة فهامش الخطأ قائم فى كل حال.

جـ- الأخطاء الراجعة للبيئة (الأخطاء البيئية) عندما تؤثر أحوال البيئة على الباحث - الآلة - الشيء المراد ملاحظته.

د - الأخطاء المتعلقة بالمبحوث فالناس مثلاً يغيرون رأيهم فى شيء معين من الصباح إلى المساء أو ربما يتأثر سلوك المبحوث بسلوك الباحث وخصوصاً فى الاستبيان.

رابعاً : مشكلات القياس فى الجغرافيا :

هناك أساليب بحثيه للقياس متطورة بشكل جيد، فى معظم مجالات البحث الجغرافى وبالذات فى الجغرافيا البشرية التى شهدت تغيرا سريعاً فى مجالات اهتمامها خلال السنوات القليلة الماضية و لم تستقر بعد الأساليب المتفق عليها، فقد زاد الاهتمام بالنواحى السلوكية المتصلة بالمكان والدراسات المتعلقة بالحدس المكانى وإدراك المكان أو التعرف عليه والسلوك المكانى والتعرف Spatial Perception على البيئة Environmental Preception. فقد غدا واضحا أن الأسس التى تستند لها المقاييس فهمت جيداً وتركت الأساليب المستخدمة فى هذه المجالات أثرا مرغوبا فيه، وهذا يرجع إلى الصعوبة الكامنة فى مجالات القياس لأشياء مثل القيم الاحصائية والتصورات Images وما شابههما، كذلك الفشل فى الصراع مع المشكلات المنهجية الأساسية، وقد أعدت مجموعة من الأساليب القياسية للتعرف على قيمة المكان وبدلا من حصر هذه الأساليب أو تقويمها من الأفضل أن نتعرف على قيمة واحد منها.

إذا اختيرت ثمانى مناطق حضرية متجانسة نسبيا فى أحوالها ولتكن اسمازها مثل أ، ب، جـ ثم تختار عينة من سكان المدينة بطريقة معينة ويسأل هؤلاء أن يرتبوا

الأسماء حسب أفضليتها لديهم فما هى المعلومات التى سيقدمها هذا النموذج؟

سينتج لدينا ثلاث طرق نستطيع التعامل بها مع هذا النموذج هى :

١- النوع الأول المنهج الموضوعى وفيه نقيس الفائدة بالنسبة لكل شخص للأماكن.

٢ - المنهج الذاتى وفيه تحدد نفعية الأماكن كما يراها الإفراد.

٣ - منهج الاستجابة وفيه يتم المزج بين الطريقة الموضوعية والشخصية وهو أقلها قيمة لأنه يخلط بين شيئين مختلفين، و لكن طالما كان النموذج قائما فمن الواضح أنه يختص بهذه الفئة ويمكن فى هذه الحالة استخدام تصميم العينة لتحويل النموذج السابق إلى نموذج للحكم Judgement. فماذا فرض أن المتغيرين الحاكمين بالنسبة لمقياس النفعية للأفراد هما التعليم والدخل وعن طريق تحويل عينتنا إلى عينة طبقية لنجعل التعليم و الدخل ثابتين ربما نتحكم إلى حد كبير فى مقياس النفعية المكانية للأفراد ونحولها لفائدة أو قيمة المكان.

الآن أصبحنا نضع على المقياس المكان لا الناس وبالتالى يظهر سؤال ثان ما الذى يمثله المكان فى الواقع وكيف يرتبه الناس؟ فالمكان يتألف من عدة أسماء والاجابات تتعلق بهذه الأسماء فالناس يفضلون الأسماء الأجمل مثلا عن غيرها، والمعلومات التى تتوفر لديهم عن بعض الأماكن تختلف وتؤثر فى التفضيل كما أن اختلاف تخيل أو تصور الناس لهذه الأماكن له دوره وربما ترتب الأماكن حسب أحوال المعيشة الواقعية وكل هذه متغيرات تؤثر فى النهاية على النتائج البحثية.

والحقيقة أن الجغرافى عند اضطلاعه ببحث أو دراسة تقابله مشكلات عدة منها مشكلة مقياس الرسم المستخدم فموضوعات الجغرافيا تتفاوت فى مجالها المكانى من قارات تبلغ مساحاتها بضعة ملايين من الكيلو مترات المربعة إلى قرى صغيرة أو شياخات في مدن تتقلص مساحاتها إلى بضع كيلو مترات مربعة، ودائما نرى الجغرافى يبحث عن الاختلافات المكانية التى أكد عليها هارتسهورن، ومن ثم فالمقياس المستخدم يتوقف على عنصرين هما : المساحة المدروسة ومدى الاختلافات الداخلية التى يريد الحصول عليها وبناء على ذلك تتحدد نوعية الأقاليم هل هى شاسعة المساحة Macro او متوسطة Meso أو صغيرة جداً Micro كما تتأثر بذلك

الأساليب المطبقة فى جمع المادة العلمية (حصر شامل - عينة - دراسة حالة) بل واحياناً الطرق الكمية.

ويتنازع الجغرافى عند إظهاره الاختلافات المكانية اتجاهان أولهما البحث عن أوجه الاختلاف بين الوحدات أو الخصائص المكانية من ناحية والثانى التوصل إلى أوجه التشابه Similarities داخل الوحدة أو الخاصية لتمييزها أو التوصل لشخصيتها المتفردة عن قريناتها، ويترتب على هذا اللجوء إلى تضخيم السمات المميزة بين المجموعات المصنفة Maximizing Between Groups Characteristics. وتصغير السمات داخل المجموعات Minimizing Within Groups Characteristics.

ومما يجب ملاحظته أن الجغرافيا فى توزيعاتها المكانية تركز على الأشياء Things مثل المساكن، المزارع، استخدامات الأراضى، الظاهرات الجيومورفولوجية أو الجبال كنمط أول. ويمكن أن يضاف إلى هذه شبكات النقل والمدن والأنشطة الاقتصادية والأقاليم وهى تغطى مساحات. أم النمط الثانى فيهتم بالأحداث Events مثل التغيرات فى الإنتاج الزراعى أو الأحوال المناخية أو النمو السكانى وفى هذه الحالة يدخل البعد الزمنى فى نظرة الجغرافى للمكان، وقد يكون هدفه دراسة جغرافية الماضى أو رصد الحاضر والنظر للمستقبل من خلاله. أما النمط الثالث فيعنى بالخصائص Characteristics مثل المستويات التعليمية أو الاقتصادية للسكان أو سمات الكثبان الرملية فى الصحارى أو خصائص الجزر الفيضية فى مجارى الأنهار ... الخ.

وسواء كان الفرد يحاول أن يضيف فى المجال الجغرافى عن طريق النظرية العامة (الواحدة) أو عن طريق الإقليمية فلابد أن يلجأ للتصنيف فعن طريق أساليبه المختلفة لابد من تعيين أو تحديد الوحدة Unit أو العنصر Element أو المفردة Individual أولاً عن طريق محوريها المكانى-الزمانى Space-Time Coordinate ثم ثانيا : النظر إلى خصائصها وكثيرا ما يخلط الجغرافيون بين الاثنين فى أعمالهم مما

يؤدى إلى أوضاع غير صحيحه فى حل المشكلات الجغرافية بل وفى المناقشات المنهجية.

فالخطوة الأولى : فى الجغرافيا هى توقيع العناصر المتشابهة فجغرافية السكان تهتم بتوزيع السكان وعلم المناخ يهتم بالعلاقات بين الكتل الهوائية ودرجات الحرارة والضغط والتساقط ليصل فى النهاية للاقاليم المناخية وفى هذين المثالين نحن معنيون بظاهرات متناثرة فى الحالة الأولى تمتد لتغطى معظم مساحات اليابس، وفى الحالة الثانية الكرة الأرضية بأسرها. وفى نفس الوقت قد توجد موضوعات محددة فى مكان معين مثل جغرافية الحضر أو الظاهرات الجليدية أو الجرانيتية جيومورفولوجيا وهى تعنى بعدد كبير من الوحدات غير المستمرة يمكن من خلالها أن ندرس إما عنصرا واحدا له انتشار عالمى أو مساحات محدودة من خلال البعض وليس كل الملامح ذاتها.

والخطوة الثانية : هى محاولة مقارنة هذه العناصر فجغرافية العمران مثلا تحاول تعريف المنطقة الحضرية سواء ارتكزت على معيار واحد أو أكثر ومقارنة توزيع المدن آخذه فى الاعتبار الاختلافات فى الأحجام والطابع المعمارى والتركيب الوظيفى والديناميكية ثم تقترح التوبولوجى Typology أو الأنماط الحضرية بالنظر إلى المعايير أو الأسس التى اتخذت.

ويمكن أن ينتج عن تجميع هذه المعايير السماح بخروج تصنيف عام بل يمكن أن نسلك نفس الخطوات فى فروع الجغرافيا الأخرى بالرغم من أن الأنماط Typologies تكون مبتورة تقريبا وتتوقف درجة كثرتها على طبيعة الموضوع وهناك عديد من التصنيفات المناخية التى وضعت بعضها يتداخل مع بعضه والآخر يكمل بعضه، ويتلو عملية التصنيف هذه وصف عناصر مختارة وتوزيعها سواء ارتكزت على معيار واحد أو بالنسبة لمحورى المكان والزمان أو انتقلت بصورة أكثر تعقيدا لتؤلف جزءاً من سلسلة تعرف بالجغرافيا العامة.

الترتيب :

لا شك أن الترتيب Ranking يعتبر من الركائز الاساسية والأساليب البسيطة فى نفس الوقت التى تساعد الجغرافى كثيرا فى تحليله وادراكه للعلاقات بين الظاهرات أو بين الأقاليم، ولابد عندما نريد تقسيم مجموعة معينة من الوحدات المكانية أن تراعى عدة أشياء هى : بساطة الترتيب بقدر المستطاع فإذا كنا بصدد التعامل مع أقاليم فإن العدد القليل أفضل من الأعداد الكثيرة جداً، ومراعاة التماثل أو التشابه أمر ثان له مكانته، أما الاندماج أو الوحدة المكانية فمعناه ضم الوحدات المتجاورة سويا بقدر المستطاع للوصول إلى التنميط فى النهاية.

وغالبا ما يكون ترتيب الظاهرات موضوع الدراسة استنادا إلى أساس معين وهذا الأسلوب كثيرا ما يستخدم فى الدراسات الجغرافية فتصنف المناطق تبعا لمساحاتها واحجامها السكانية وتباعدها المكانى وترتب من الأكبر إلى الأصغر أو العكس، بل أحيانا ما يسأل السكان عن تفضيل مدن معينة أو دول لقضاء فترات الترفيه أو الهجرة ثم توضع هذه المدن فى قائمة ويترك للفرد ترتيبها حسب رغبته ثم يمكن معرفة أى هذه الأماكن تفضل على سواها. بيد أن مثل هذه الحالة الأخيرة تتدخل فيها عوامل ذاتية وليست موضوعية هى التى تحدد رغبات الأفراد فى نهاية المطاف ومثل هذا الأسلوب يعيبه أن الترتيب قد لا يظهر مقدار التفاوت فى توزيع الظاهرة فإذا كانت لدينا المناطق أ، ب، ج، د مرتبة حسب أبعادها جغرافيا فإن مقدار التفاوت فى هذا التباعد لا يتضح من خلال تحليل الرتب فقط. كذلك قد يسبب استخدامه بعض المشكلات عند المفاضلة بين اختيار مواقع لتوطن الصناعات مثلاً.

وقد استخدم الترتيب فى العلوم الأخرى بخلاف الجغرافيا اعتمادا على حجم أو خصائص الوحدات المبحوثة فعلماء البيولوجى (الأحياء) صنفوا الكائنات الحية والاقتصاديون عنوا بالصناعات. أما فى الجغرافيا فقد ترتب الوحدات على أساس مكانتها والمكانة هنا لاتعنى المساحة وحدها بطبيعة الحال وإنما تتناول الأهمية النسبية فى أى مجال من المجالات، ونجم عن صور الترتيب (تنازلية او تصاعدية)

المستندة لمعايير مختلفة ادراك أفضل للعلاقات ومحاولات للتوصل إلى قواعد أو قوانين تحكم هذه العلاقات وعلى سبيل المثال توصل تزييف Zipf لقانون الرتبة – الحجم في توزيع المدن واستخلصت بواسطة الرتب كثير من النماذج التي تبرز أنواعا مختلفة من العلاقات.

ويعنى التصنيف مجرد ترتيب الأشياء أو الخصائص ترتيبا تنازليا أو تصاعديا بغض النظر عن القدر الفاصل بين كل رتبة وأخرى، ولذا ينظر له باعتباره أكثر السبل بدائية لوضع مقياس Measurment Scale وقد ميز تورجرسون (١٩٥٨) بين أنواع مختلفة من المقاييس الترتيبية فهناك التصنيف الترتيبي الايجابي أو السلبي بدءا من أصل طبيعي واحد. وقد يختلف اختيار النقطة التي سيتم التصنيف منها بحيث تكون كل النقط مصنفة حسب أصل ايجابي أو أصل سلبي.

ومن أهم الخصائص هنا الاشتراك في القاعدة الواحدة مثلا إذا كانت لدينا أ > ب، ب > جـ قياساً في بعض الخصائص فنستطيع أن نضع أ = ١٠٠، ب = ٥٠، جـ = ٣٩، أو أ = ٥ و ب = ٤، جـ = صفر بدون أي تغيير في قاعدة الترتيب التنازلي وهذا له انعكاساته عند إجراء أي عمليات حسابية ومن ثم يكون لكل نوع من هذه المقاييس مقاييس احصائية تلائمه بصورة أكبر من غيره.

وتنقسم التصنيفات الترتيبية إلى الأنواع الآتية :

أولاً : الترتيب الكامل Complete Ordering

وهو أقوى أشكال الترتيب وهو يعني ترتيب كل العناصر بحيث تكون أ اكبر من ب، ب اكبر من جـ، وجـ أكبر من د، وهكذا بحيث لا يوضع عنصران من العناصر في نفس النقطة على مستوى واحد ويتميز هذا المقياس بكونه غير مرن Irreflexive بحيث لا يتساوى أي عنصر فيه مع الآخر والعلاقة بين عناصره تكاملية Systematic كما أنها انتقالية بمعنى أن $س_1$ أكبر من $س_2$، ومترابطة Connected بحيث يمكن وضع كل العناصر على مقياس واحد.

ثانياً : الترتيب الضعيف Weak Ordering

وفيه تكون $س_1$ أكبر من أو مساوية لـ $س_2$، $س_2$ أكبر من أو مساوية لـ $س_ن$ ويكمن الاختلاف بين هذا النوع من الترتيب والنوع السابق أننا هنا قد نجد بدلا من عدم الانتظام وليس من الضرورى أن يخصص فى الترتيب الضعيف ترتيبا من نقطة واحدة وبالتالى قد نجد فئات متعادلة فمثلا عند ترتيب السكان حسب حالتهم الاقتصادية - الاجتماعية من المحتمل أن نجد مجموعات ثانوية متداخلة بين الفئات فى رتبها.

ثالثاً : الترتيب الجزئى Partial Ordering

وهو يشابه النوع السابق عدا أنه غير مترابط فقد يرتب السكان حسب طبقاتهم الاقتصادية والاجتماعية ترتيبا ضعيفا على النحو السابق ولكن تبقى فئة معينة لا نملك أى بيانات عنها ويجب أن تستبعد عن المقياس كله. كذلك إذا سئل الناس عن الأماكن أو الأشياء التى يفضلونها تستبعد المناطق غير المعروفة لهم.

التصنيف :

تشترك الجغرافيا فى جانب كبير من أساليبها مع العلوم الاجتماعية والطبيعية والبيولوجية فهى جميعا تعنى بالملاحظة والتصنيف والتجريب أو إجراء التجارب والاختبارات ثم وضع النماذج والخروج بالنظرية فى النهاية والحقيقة أن التصنيف يعد بمثابة مرحلة هامة ومبكرة فى تطور أى علم من العلوم.

ويرمى التصنيف إلى إيجاد نوع من النظم أو التنظيم لسلسلة من البيانات المختلفة مستمدة من الواقع بحيث يمكن التعامل معها بسهولة ويرتبط التصنيف أيضا باستعمال اللغة لأننا نطلق على المجموعات التى نتوصل إليها مسميات محددة تميز كل مجموعة معينة ومن ثم فالتصنيف واحد من الأدوات الأساسية التى نستعملها فى العالم المحيط بنا.

ويعرف التصنيف باعتباره مجموعة القواعد التى تستخدم لوضع البيانات في داخل إطارها التصنيفى الملائم، ولابد أن تقوم هذه القواعد على مفاهيم عقلانية محددة ويعتمد تطبيق هذه القواعد على الهدف من التصنيف ولذلك ينظر إلى التصنيف كوسيلة للبحث عن الحقيقة أو لرصد الواقع من اجل اختيار الفروض وهو نقطة البداية للبحث العلمي، ولكننا لا نستطيع حتى الآن معرفة كفاءة تصنيف معين دون النظر إلى هدفه، وهناك عديد من الحالات التى بدأ فيها أن الجغرافيين في الماضي كانوا لا يعرفون الهدف من تصنيفاتهم، وتضم الكتابات الجغرافية الكثير من التصنيفات المعقدة للمدن واستخدامات الأراضي والمناخ والأقاليم والملامح المورفومترية أو الظواهر المورفومترية الموضوعة دون هدف محدد، ومن المثير للدهشة أن بعضا من هذه التصنيفات لم تستخدم لأى غرض من الأغراض.

ويتطلب وضع مجموعة من الأشياء أو تجميعها فى فئات الاستناد إلى بعض أوجه التشابه فى خصائصها أو النظر إلى طبيعة العلاقات بين هذه الأشياء فالشيء يمثل مفردة ضمن منظومة واحدة، ومجموع كل هذه المفردات مع بعضها تكون مجتمعاً خاصاً، ولكى تتم عملية التصنيف تختار واحدة أو أكثر من الخصائص المميزة للمجموعة كلها باعتبارها سنداً أو ركيزة للتباين فى هذه السمات. ويصنف المجتمع كله أو يجزأ إلى عدد من الفئات تقع ما بين ١ إلى ن، وهنا ربما توضع الفئات فى صورة "هيراركية" أو لا توضع كذلك حسب الهدف الذى يرمى إليه الباحث.

ومن المشكلات المهمة هنا اختيار الشيء أو المفردة التى يقوم عليها التصنيف، وقد يكون الحل ممثلا فى استخدام الوحدات الملاحظة ذاتها أو المتوفرة مثل الأفراد – المدن – الوحدات الإدارية – الدول .... الخ. وتصنف فى وحدات مستمدة من الواقع العملى ومثل هذه الوحدات الواقعية فى الجغرافيا هى الوحدات المكانية.

وبالنسبة للجغرافيين يختلف التصنيف فى مغزاه عن العلوم الأخرى فهو يعنى أساساً الخروج بأقاليم متميزة أو الإقليمية Regionalization وقد أكد بنج Bung عام ١٩٦٦ وجريج Grigg فى عامى ٦٥، ١٩٦٩ أن الإقليمية أو

التصنيف إلى أقاليم يمكن النظر إليها باعتبارها حالة خاصة من حالات التصنيف، وإذا ما تمت الموافقة على هذا المنطق يغدو التصنيف بمثابة مجموعة من الأساليب ذات أهمية علمية خاصة للجغرافيين. وقد ادى تمييز الجغرافيين بين الأقاليم النمطية Uniformal والوظيفية لأن يضعوا تحفظات معينة على الإقليمية وبالتالى لم يعن كثيرا بعد ذلك بعملية التصنيف كأسلوب بحثى، وكانت أهم هذه التحفظات هو الرغبة فى وضع فئات من الاقاليم تحول دون التجانس المكانى.

ومن أهم الذين عنوا بالتصنيف واساليبه (Berry (1958,1967, Smith فى تصنيفاتهم للمدن لأغراض معينة وما قدمه جريج Grigg من تحليلات مركزة عن مفهوم الاقاليم فى ضوء مبادىء التصنيف Principals of Taxonomy الأمر الذى جعل الوضع واضحا بصورة أكبر، ويدرج أحيانا ما قام به علماء الاجتماع والسياسة مع أعمال الجغرافيين فى مجال التصنيفات التى لا جدوى من ورائها.

ولا بد من معرفة أن التصنيف يؤدى خدمة بتنظيم أو ترتيب البيانات بصورة متكاملة ولكنه وسيلة مرنه تتغير وتختلف حسب الأشخاص والأغراض، كما أن هناك خطورة أخرى تبدو فى الغاء أو تحريم جهود البحث بدلا من تشجيعها إذا ما اعتبر ذلك نهاية المطاف، ولا يعنى ذلك مطلقاً انكار الفائدة الكبرى من التصنيفات الشاملة أو حتى انكار فوائده لهذه النظم والمهم أن يكون لدينا الاستعداد لتغيير أى تصنيف ندرك عدم جدواه أو استهلاكه، ويساعد فى ذلك مرونة القوانين أو القواعد التى تتحكم فى التصنيفات وهذه المرونة فى نفس الوقت لا تعنى إنكار قيمتها وضرورتها.

أولاً : الهدف من التصنيف :

يمكن تقسيم التصنيفات من حيث علاقة فائدتها بالهدف منها إلى مجموعتين:

١ – التصنيفات العامة أو الطبيعية، وفيها يتم نظم الأشياء فى مجموعات اعتمادا على التفسير السببى الذى يمكن بمقتضاه قيام التصنيف. فهو يحاول التقسيم على أساس معين ثم إطلاق الأسماء وحصر التماثل وإظهار العلاقات عن طريق

الأصل الواحد. وقد يقوم تصنيف عام لخدمة عدة أغراض ولكـن كفاءته تقـل ولذا اقترح البعض Sokal & Sneath أن الحد الأدنى لابد أن يكـون موجـودا فى صورة تصنيف منفصل يستند إلى وجود علاقة بين الأشياء التى تم تصنيفهـا أو بمعنى آخر لابد من صلـة فيمـا بينهـا بجـانب اتحادهـا فـى الأصـل أو أصلهـا المشترك وتنحدر من هذا الأصل الواحد بتـاريخ مشـترك (أى تطـورت بصـورة فيها نوع من التماثل).

٢ – التصنيفات الخاصة : وهى غالباً ما تنصب على هدف محدد يرمى الباحث من خلاله لاختبار فروض معينة أو لمعالجة أنواع معينة من المشـكلات، والمشـكلة هى التى تحدد المعايير والطريقة المستخدمة فى مثل هذه الحالات، وقـد تتحـد التصنيفات العامة مع الخاصة فى غرضها العام.

ثانياً : أسس التصنيف :

وعند إجراء أى عملية تصنيف يجب مراعاة عدة أسس للتصنيف هى :

١ – أن التصنيف يجب وضعه لغرض محدد فهو نادراً ما يخدم غرضين بصـورة جيـدة إذا يجب ربط الغرض بالاستخدام ربطاً جيداً.

٢ – أن تصنيف أى مجموعة من الأشياء يجب أن تستند إلى خصـائص هـذه الأشـياء ذاتها ويترتب على هذا أن سمات التباين او الاختلاف يجب أن تكون خصـائص للأشياء المصنفة.

٣ – يجـب أن تكـون سمـات التبـاين أو الاختـلاف ذات اهميـة معينـة للغـرض مـن التصنيف وألا يعتبر التصنيف غير ذى جدوى.

٤ – أن التصنيف ليس نهائيا ويجب تغييره كلما حصلنا على مزيـد مـن المعرفـة عـن الأشياء.

٥ – أن التصنيف استنادا إلى أساس معين يجب أن يتقـدم فـى كـل مرحلـة ولأقصـى حد ممكن وإذا لم يكن من الميسور استخدام هـذا الأسـاس للتصنيـف كله فعلـى

الأقل تستعمل السمات الموجودة فى أعلى الفئات باعتبارها أكثر اهمية من الفئات الدنيا.

وعادة ما تبدأ عملية التصنيف بفحص السمات أو الخصائص المميزة للأشياء أو للمواقع المختلفة ومن الواضح أن كل مفردة واقعية لها كثير من الخصائص (الإنسان مثلا : سنه - نوعه - لغته - تعليمه - نشاطه ... الخ). وفى مجال النظرية يكون للشيء الواحد عدد لا نهاية له من الخصائص ولذا فأينما وجد هذا الشيء وفى أى عدد من الأماكن المحددة بأبعاد معينة تنطبق عليه هذه السمات. وفى مجال الممارسة الواقعية يستخدم عدد مختار من الخصائص فى عملية التصنيف.

وعلى أية حال تتوقف الطريقة المتبعة فى التصنيف على إدراك مدى التباين المرغوب فيه بين المجموعات ودرجة التجانس الداخلى بين المفردات المكونة لكل مجموعة ومن ثم يحسب فى بعض الأحيان الانحراف المعيارى للحالة الأولى ومعامل التماثل فى الحالة الثانية، ولذا تكون أكثر الأساليب شيوعاً هى التى تزيد من المقياس الأول وتقلل من الثانى، وللتوصل لذلك فى العلاقات المكانية لابد أن يمتلك الباحث قدرة على تقدير المسافة بين أى مفردتين على النحو الذى تمت معايرتها به اعتماداً على عدد من المتغيرات وتسمى هذه المسافة المميزة Taxonomic Distance ويبينها رسم بيانى ذى محورين.

غير أن مسألة الموقع عن طريق الأبعاد بين النقاط خاصية حيوية نادراً ما تعنى بها علوم اخرى بخلاف الجغرافيا ولكن هناك عدة محاذير يجب مراعاتها عند تطبيق ذلك الأسلوب منها :

١ - أن الخاصية المميزة للمفردة موضع البحث قد لا تكون لها ابعاد تعامدية احياناً.

٢ - أن الأشياء الممثلة يجب توقيعها كنقاط منفردة ذات بعدين.

٣ - أن بعد موقع المفردة عن المحورين يتوقف على بعد السمة أو الخاصية المختارة كأساس للتمييز بين المفردات.

٤ - تعتبر المسافة الفاصلة بين أى نقطتين بمثابة دالة لدرجة التماثل بينها، فإذا كانت النقطتين متماثلتين تماماً فإن نقطة التقاطع بين مسافتيهما تساوى صفراً وكلما قلت درجة التماثل زادت المسافة الفاصلة.

٥ - تتوقف المسافة بين أى نقطتين على إسقاطهما على محورى المساحة المتاحة أو على مدى بعد كل منهما على المقياس.

٦ - تكون الأشياء فى هذه الحالات مجموعات متعددة الأبعاد، وتحاول أساليب التصنيف تمييز عدد من الأبعاد الهامة لهذه المجموعات وبصورة خاصة الأبعاد الدنيا.

وعلى الرغم من كل هذا فإن استخدام محورين متعامدين معناه إستقلالية كل الخصائص المميزة للفئات أو المجموعات عن بعضها وهذا مستحيل فى الجغرافيا البشرية فى معظم الحالات، فإذا كانت الخصائص مترابطة فلابد من معرفة علاقاتها بحساب المساحات الفاصلة بين الأشياء أو المفردات موضع البحث.

وهناك طريقتان لذلك إما أن تكون لدينا نظرية مركبة عن الشكل العام ومنها تتوقع طبيعة العلاقات بين الخصائص وتحدد أبعادها ومساحاتها نظرياً أو نلجأ لتصنيف هذه الخصائص حسب الطريقة التى تتفاوت بها أو تتباعد إحصائيا بحساب التغاير Co-variance الأمر الذى يساعد على تنمية نظرية عامة حول طبيعة العلاقات المتداخلة ثم توظف المعلومات الناتجة عنها فى تحديد عدد معين من المساحات (الفئات) تتوزع فيها المفردات حسب أبعادها.

والمحصلة النهائية تتمثل فى العناية بنوعين من المصفوفات هما الخصائص والمفردات يطبق عليهما نفس أسلوب التحليل كل على حدة، ويكون لدينا النهاية تحليلا للعلاقات المتداخلة بين مصفوفة الخصائص وآخر لمصفوفة المفردات، وهذه ليست مشكلة هينة كما يتبادر للذهن فبقدر النجاح فى حلها تأتى قيمة التصنيف الناتج، بل يمكن القول أن المسألة لا تتوقف عند الوصول للتصنيف فقط وإنما تتعداه لبناء نظرية فى العلاقات بين المتغيرات المبحوثة وهى أكثر أهمية من التوصل إلى التصنيف فى حد ذاته.

ولما كان تقدير نمط العلاقات المتداخلة بين الخصائص والمفردات يرتكز على مقاييس التماثل والارتباط والترابط فالسؤال هو أى هذه المقاييس أفضل؟ يتوقف ذلك على طبيعة التصنيف المستخدم (تبادلى - ترتيبى - ... الخ) وحجم العينة وشكل التوزيع احصائيا فالتوزيع الطبيعى مثلا يحتاج إلى مقاييس غير معيارية Non-Paramateric إلا إذا حول الى توزيع غير طبيعى يمكن إجراء الاختبارات المعيارية عليه، ولذا ربما تستعمل أعداد كبيرة من المقاييس تتراوح بين مربع كاى والارتباطات بأنواعها لمقارنة كل خاصية بالخصائص الأخرى، غير أن المشكلة التى تظهر هى كيف يمكن وضع الخصائص أو المفردات المراد دراستها فى مجموعات؟ لابد من تحديد الهدف من التصنيف أولا هل هو اختبار تصنيف قائم فعلاً أم تصنيف جديد؟ ففى الحالة الأولى يمكن استخدام مربع كاى أو تحليل التباين أو تحليل التمايز Discriminant analysis بينما يمثل التحليل العنقودى Cluster Analysis وتحليل المكون الرئيسى Principal Component Analysis والتحليل العاملى Factor Analysis أمثلة للحالة الثانية.

ثالثاً : اختيار الخصائص وأسلوب التصنيف :

لابد من تحديد الخصائص أو السمات التى يقوم عليها التصنيف وربما يعنى ذلك ترتيب هذه المعايير حسب أهميتها النسبية ويستتبع ذلك بالضرورة أن نكون ملمين بهذه الخصائص وأهميتها فى التمييز بين الأشياء أو الأحداث فى وضع معين، وما يجب مراعاته هو وجود علاقة قوية بين التصنيف والنظرية وإذا وضعت أو ذكرت الخصائص بدون الرجوع للنظرية فلابد من البحث عن نوع من العلاقة مع النظرية. وفى النهاية أنه لابد فى أى بحث علمى من ربطه بالحقيقة الواقعية أو الأساسية المستمدة من الحياة، وكلما كان التصنيف أقرب إلى الواقعية تعلق أكثر بالنظرية.

والمشكلة التى تبرز هنا هى كيف نحدد الخصائص التى تميز فيها الأشياء فى فئات؟ وبعد أن تحدد كيف يمكن استخدامها فى توقيع أو تحديد هذه الطبقات

Classes؟ والحقيقة أن تحديد مدى أهمية هذه الخصائص مسألة نظرية وليست هناك قواعد محددة يمكن تطبيقها فيما عدا القول بأن أكثر الخصائص أهمية هى التى توضع فى المقام الأول كأساس للتصنيف وتعطى وزناً خاصاً من بين الخصائص الأخرى. كما يجب أن تكون هناك علاقة متداخلة وواضحة بين النظرية والتصنيف وهى التى تقدم دليلاً منهجياً واضحاً، والنظرية بدورها تتعلق بمجال محدد من الظروف (الأشياء أو الأحداث) فى نصها أو فحواها ولذا فقد نكون على قناعة بأن عالمنا الى نعيشه ما هو إلا عدد من المجالات الصغيرة المجزأة التى تحكمها نظريات محددة. ففى حالة المدن مثلاً من الواضح أنها تمثل جزءاً (نظاماً) خاصاً من عدة نظم أخرى قائمة فى عالمنا المعاصر وتحكمها فى توزيعها قواعد معينة ولكن هناك أشياء أخرى مثل " الخنافس " والأحجار لا تنتمى لمجموعة عالمية Universal Set كذلك هناك أوضاع معينة يصعب أن نحدد فيها إلى أى المجموعات تنتمى.

وخلاصة القول أن اختيار الخصائص ذات الأهمية التى يقوم على أساسها التصنيف يعتمد على الغرض من التصنيف ذاته وما الذى سنعتبره خصائص مهمة لهذا الغرض وعند اختيارنا لهذه الخصائص يتطلب الأمر إلماما كاملاً بكل المعلومات التى نستطيع الحصول عليها حول الأحداث أو الأشياء التى ستصنف.

وإذا ما تم الحصول على المعلومات الكافية حول المعايير التى ستستخدم فى التصنيف نتقدم بعد ذلك للتصنيف ذاته. ولكن السؤال كيف سنضع هذه الأشياء فى فئات أو طبقات؟ ذلك يتوقف على الظروف ولذا فبعض الكتاب أكد على الاختلافات فى الخصائص بحيث نعمل على إظهار كل مجموعة معينة تحمل خصائص متجانسة فى فئة أو ما أطلقوا عليه عملية التنظيم الرتاسى Ordination أى نظم مجموعة من الأشياء ذات الاستمرارية فى فئات متجانسة داخليا فيما بينها. وفى غالب الحال يصعب تمييز هذا الاختلاف فى الكتابات الجغرافية على الرغم من أن تصنيف المناخ مثلا يدخل تحت التنظيم الرتاسى أكثر من دخوله ضمن التصنيف بمعناه الحقيقى.

رابعاً : الأساليب الكمية فى التصنيف :

تصنف الظاهرات بالرجوع إلى سماتها وتستعمل مقاييس معينة لتحديد خصائص الشيء، ويتبع ذلك أن التصنيف يعين بالرجوع للمقاييس التى استخدمت فى تحديد الخصائص أكثر من ارتباطه بوجود أو عدم وجود السمات موضع التساؤل (والتى تكون فى حد ذاتها معياراً أحادياً بسيطاً)، وكلما كانت المعايير المستخدمة فى تحديد خصائص الأشياء أكثر دقة كلما كان التصنيف أقرب إلى الواقعية ويحمل كما طيباً من المعلومات أكثر من التصنيف الذى يستنبط بوسائل أخرى، ولكى نقوم بوضع ظاهرات معينة فى مجموعات على أسس كمية لابد من أن يكون لدينا :

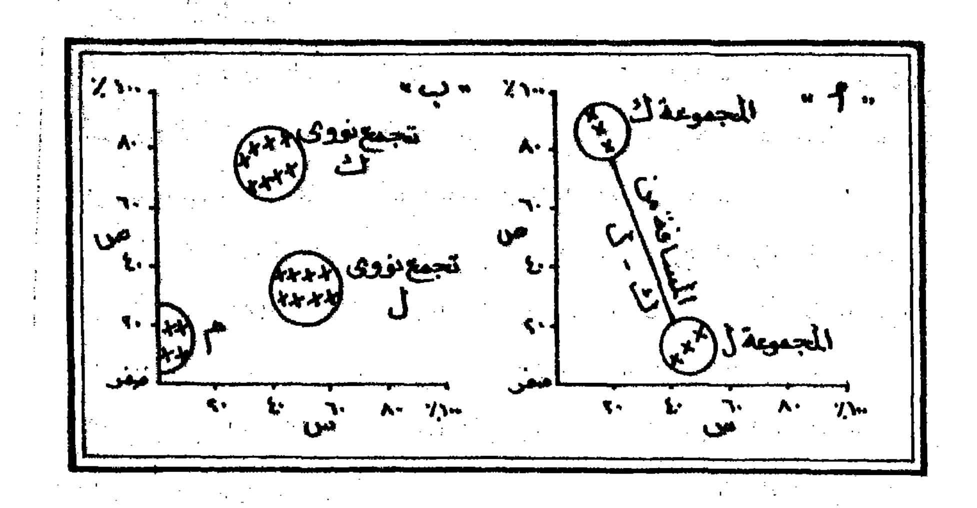
١ - مجموعة من الأشياء أو الأحداث يمكن تصنيفها.

٢ - مجموعة من السمات المميزة أو الخصائص.

٣- مجموعة من المقاييس أو المعايير التى تطبق على خصائص الأشياء أحادية - ترتيبية - فئوية - نسبية أو خليط منها، ونصبح فى حاجة إلى قانون لتحديد الفئات أو المجموعات وأكثر هذه الأساليب شيوعاً هى التى تقوم على التقليل من التباين داخل المجموعات عند استخدام القياس وزيادته بين المجموعات والهدف هنا هو أن تكون الفئات مميزة بعضها عن البعض الآخر بقدر المستطاع وفى نفس الوقت تتجانس داخليا إلى حد كبير.

ولكى تستطيع تطبيق هذا القانون تحتاج إلى قدرة لتقدير المسافة بين الشيئين كما هى مقاسة استناداً إلى العدد ن من المتغيرات (وهذه أحياناً تسمى المسافة المميزة وهنا نستطيع العودة إلى أسس أو مبادىء التمثيل البيانى المتعدد الأبعاد Multidimensional Scaling فلكى يوضح العدد ن من المتغيرات والذى نستخدمه لتصنيف العدد ن من المسافات البعدية لابد من توقيع كل شيء أو حدث، ويتطلب ذلك قياس المسافة بين الأشياء التى وقعت على الأبعاد وعلى سبيل المثال إذا اعتبرت المسافات ذات البعدين (مثل مقياس س ليوضح نسبة سكان المدينة العاملين فى قطاع الخدمات، ص ليوضح نسبة السكان الذين تعلموا بعد سن الالزام) ثم

وقعت ست مدن على هذا المقياس ذو البعدين فمن الواضح أن هناك مجموعتين منفصلتين عن بعضهما البعض في الشكل(أ) بينما يصعب ذلك في الشكل (ب).



مقاييس المسافة للتصنيف على أساس محورين مكانيين يوضح :

أ – حالة بسيطة لتصنيف ٦ أشياء ملاحظة في مكان بالنسبة لمتغيرين.

ب – حالة معقدة يصعب فيها تحديد فئات خلال المكان.

ويمكن في نهاية المطاف من خلال الشكل ب أن نبحث في كل التوليفات المحتملة من الأشياء والتي يمكن أن تزيد من مربع المسافة إلى أقصى حد بين المجموعات وتقلل إلى حد كبير من متوسط مربع المسافة داخل كل مجموعة وتظهر هذه الطريقة في أساسها العام كطريقة سهلة (بالرغم من كونها مملة) ولكنها مع ذلك تحوى بعض الصعوبات أهمها من الناحية الهندسية فعندما نستخدم محورين اقليديين (متعامدين) لن تظهر أى مشكلة في الأبعاد ولكن هذا معناه استقلالية كل الخصائص المميزة للمجموعات بعضها عن البعض الآخر، ويمكن استعمال المنوال لنفس هذه الطريقة لفحص أو دراسة الفرضين مستخدمين نفس الخطوات لنصل للتمييز بين منوال د (الذى يدرس العلاقة بين عدد معين من الخصائص) وتحليل منوال ك، (الذى يدرس العلاقات المتداخلة بين العدد من الأشياء) والواقع أن هذه المشكلة

هينة فعلى قدر النجاح فى حلها يتوقف الدور الـذى تظهر بـه اهميـة التصنيـف لأن فهمها معناه إضافة هامة لفهمنا للظاهرة.

خامساً : أنماط التصنيفات :

ولا يختلف التصنيف لظاهرة مستمرة الحدوث فى أساسه عند التصنيـف إلى أشياء متميزة بالرغم من كونه أكثر صعوبة وسيستخدم معنى التصنيـف هنا بصـورة موسعة بحيث يشتمل على التنظيم الرئاسى أيضاً بالرغم من صعوبته.

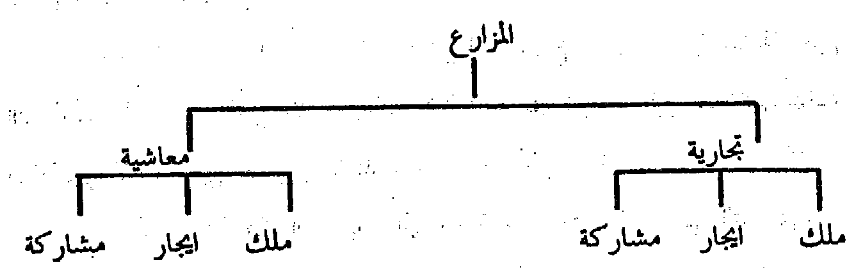
والمشكلة الأساسية فى التنظيم الرئاسى تتعلق بكيفية تمييز المفردة الجغرافية فعند وضع الأشياء أو الأحداث فى فئة معينة لابد أولاً من تحديد أو تمييز هـذه الأشـياء بصـورة واضحة. فإذا كانت متغيرات تتوزع بصورة دائمة فى إطـار المكـان أو الزمـان فمـن المستحيل فى هذه الحالة تمييز مفرداتها إلا إذا وضعت فروض معينة ولذا فربما تحصـل على عينة من درجات الحرارة السطحية عند عـدة نقـاط وتعـالج القـراءات فـى هـذه النقاط باعتبارها مفردات ثم تستخدم تصنيفـات بسـابقة Formal كأسـاليب ويعنـى ذلك ادخال عديد من الفروض المهمة الأخرى وهذا هو وجه الاختلاف بين التنظيـم الرئاسى والتصنيف.

وهناك نوعان من أساليب التصنيف بصفة رئيسية هما التصنيـف مـن أعلـى أو مـا يسـمى بـالتصنيف المنطقـى Logical والتصنيـف مـن أسـفل أو التجميـع Grouping. وبالاضافـة إلى هـذا يجـب أن نميز بين التصنيـف المنطقـى أو العقلانـى Monothtic والذى لابد من ارتباطه الحتمى بالتقسيم العقلى أو المنطقـى والتصنيـف التجميعى Polythetic والمتعلق بالتجميع وأساليبه ولذا سنعرض هذين النمطين أكـثر من اهتمامنا بالأساليب.

١ - التصنيف العقلانى أو المنطقى :

وهو يعنى تجزئة مجموعة من الأشياء التى تؤلف مجتمعا أو عالماً Universe طبقا للأسس أو المبادىء المنطقية التى تم وضعها لهذا الأسلوب ويشـمل لـك ضمنـا وضع الأقاليم.

ويعني تقسيم مجموعة عالمية Universal اتخاذ مجموعة خطوات وفي كل خطوة تستخدم واحدة من الخصائص أو مجموعة منها للتمييز بين الفئات أو الطبقات (الشكل المرفق).



(شكل يوضح مرحلتين من مراحل التصنيف المنطقي للمزارع)

وهنا لابد أن يكون التصنيف تبادلياً حتميا (بمعنى لابد أن تقع جميع المزارع في أي واحد من هذه التصنيفات) Mutually Exclusive Classes والشيء الذى يحدد دخول لأى مفردة من المفردات في مجموعة أو طبقة معينة هو الخاصية التى تملكها هذه المفردة ولذا يتأثر التصنيف بالمعيار الذى اختير أساساً للتصنيف في كل خطوة وترتيب هذه الخصائص المستخدمة ونحتاج في هذه الحالة لوضع هذه الخصائص مرتبة حسب أهميتها مفترضين أننا نعرف كثيراً عن الظاهرة التى يتم تصنيفها أى توجد نظرية كافية عن البنية أو الهيكل الأساسي الذى ترتكز عليه الظاهرة. ولكن مثل هذا الأسلوب له أخطاره ولذا أشار سوكال وسنيث Sokal and Sneath إلى احتمال وجود مخاطرة إساءة التصنيف إذا كنا نرغب في عمل مجموعات طبيعية فأى عضو من الأعضاء ينحرف فيه الملمح العام المستخدم في التصنيف سيستبعد إلى مجموعة أخرى بعيدة عن مجموعته المرغوب فيها إلا إذا كان نموذجياً في سماته الأخرى من حيث انتمائه إلى هذه المجموعة، والميزة الوحيدة لهذا النوع من التصنيف هو تحديد المفاتيح والهيراركيات سلفا قبل الشروع فيه، كذلك فالأسلوب في حالة التصنيف المنطقى واضح وبسيط ويعتمد عليه كثيراً وأوضح أمثلة التصنيفات المعتمدة على الأسلوب المنطقى هذا تصنيفات الأقاليم

وعيبها هو عدم اتفاق التصنيفات مع الواقع لأنها تفترض الماما تاما بأمور معقدة للظاهرة موضع البحث وإلا كان التصنيف سيكون بعيدا عن الواقعية ولا يعدو سوى تخمينات ظنية.

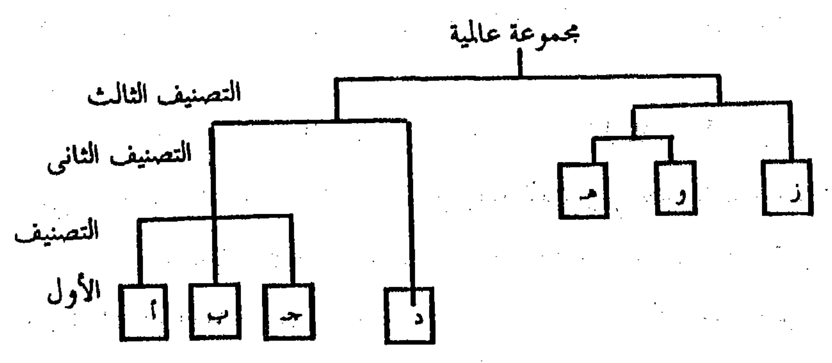
ويعنى ذلك أن المعلومات المتوفرة عن الموضوع الذى ترمى لتصنيفه هى التى تحدد الأسلوب الممكن سلوكه والنظرية العلمية التى تترتب على هذا فى نهاية المطاف وذلك لا يعنى بالضرورة انكار استخدامها لأغراض أخرى.

ويمكن ايضاح هذه الصعوبة بمثال فإذا افترض أنك ترغب فى التحقق من مدى وجود هيراركية فى نمط المحلات العمرانية وتبدأ بتقسيم كل المحلات العمرانية فى ثلاث مجموعات العزب والقرى والمدن على أساس واقعى وبعدها تختبر ما إذا كانت هذه المجموعات الثلاثة تتميز بخصائص وظيفية مختلفة وهنا ربما تعتز بالخروج بنتيجة ايجابية مؤداها وجود هيراركية تتمثل فى ثلاث مستويات متميزة، وهذه النتيجة ليست بذات أهمية بدون مزيد من الأدلة لأن النتيجة كانت مفترضة سلفاً من قبل فى صورة نموذج تصنيفى واقعى ولذا فبدون دليل إضافى تظل العبارة المذكورة حلقة دائرية مفرغة. ومن ناحية ثانية إذا افترض أن لدينا نظرية واضحة ومركبة عن مواقع المحلات العمرانية تقول أنه فى ظل ظروف معينة ستوجد ثلاث مستويات للهيراركية فيمكنك عندئذ أن تستخدم هذه النظرية فى توقيع كل محلة عمرانية فى مستواها المحدد سلفاً، وبعدها لكى نختبر مدى انطباق النظرية تجرى اختباراً آخر لتحديد مدى ممارسة المحلات العمرانية موضع البحث للوظائف مختلفة وهنا لا تكون النتيجة إضافة علمية وإنما حلقة مفرغة، ومن ثم ففى ظل غياب النظرية تكون فى خطر داهم لأنك تبرهن على ما افترضت سلفا أنه صحيح أو حقيقى ومثل هذه الصورة من النتائج أو الاسهامات محدودة الأهمية لا تستطيع القول أنها لم تكن معروفة من قبل فى الجغرافيا.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

٢ – التجميع أو التصنيف من أسفل :

التجميع ينظر له باعتبـاره الأسـلوب أو الطريقـة التـى تبحـث بهـا الظـاهرة المدروسة عن أوجه التشابه أو الانتظام بجانب العلاقة ذات الأهمية ويكون التصنيـف ملائما حينما لا تعرف ماهية الخصائص الهامة، ولكن لماذا لا يتقدم التصنيـف للأمـام ارتكازا على نظرية معينة؟ فالفرق الوحيد بين التصنيف والتقسيم المنطقـي Logical Division أو العقلانى يكمن من وجهة النظر الفلسفية فقـط فـى تخصيـص مجموعـة عالمية وفى حالة التصنيف تحدد المجموعة عن طريـق الحصـر أو العـد بينمـا فـى حالـة التقسيم يكفى فقط التعريف.



شكل يبين شجرة التصنيف لمجموعة من سبع دول

وفى حالـة التقسـيم يمكننـا أن نحصـل علـى فئـات لا يمثلهـا أفـراد ولكن هذا مستحيل فى حالة التجميع ومن ثم فأى نتائج عامة نخرج بها من التجميع يجب أن تتقدم عن طريق الاستنباط ويبين الشكل السابق نموذجاً مثاليا أكـبر للتجمـع وفى حالة التجميع تبدأ بحصر المجموعة بحيث يظهر أنها تحتوى على العـدد "س" مـن العناصر وتحدد بعد ذلك ماهية الخصائص المميزة لكـل عنصـر بحيـث يبـدو أن هنـاك احتمالية للاختلاف فى كل عنصر .

والآن من الواضـح أن التصنيـف عـن طريـق التجميـع لا يخلـو مـن فـروض مسبقة ففى واقع الحال لابد من أن نختـار سـلفا كـلا مـن العنـاصر التـى نرغـب فـى تجميعها (كل المدن فى مصر كل المدن فـى العـالم العربى الأفريقـى، كـل المـدن فـى

العالم العربى وهكذا) ثم المتغيرات التى ننظر إليها باعتبارها مهمة للمجموعة (مثل خصائص قوة العمل - الخصائص الاقتصادية - الاجتماعية). وهذا معناه أن التصنيف الذى يقوم على التجميع يؤكد أن الفئة المعينة التى وضعت فى مجموعة محددة تحمل فى طياتها خصائص مشتركة ولكن هذا لا يعنى بالضرورة أن كل معيار يميز هذا المجموعة لابد من وجوده فى كل عنصر من عناصرها وإنما هى تشترك فى كثير من الملامح التى تميز هذه الفئة ومثل هذا التصنيف يتسم بالواقعية ولكن تواجهه صعوبات فى ادخال كل عنصر ضمن فئته المحددة، (أو وضعها فى مجموعات) لأن هذا الادخال يستند إلى درجة التماثل أو التقارب حيث تظهر حالات من الخصائص تدفع بعض العناصر للدخول فى فئة أعلى مثلا بينما تتدنى بها خصائص أخرى لفئة أقل.

وقد أدت مثل هذه المشكلات إلى صعوبات فى الطريقة أو الأسلوب، عند وضع قواعد لتحديد أوجه التماثل التى تدفع لوضع العناصر فى مجموعات أو فئات.

وفى السنوات الأخيرة صيغت هذه القواعد على أسس رياضية، ولذا صارت الأساليب الكمية المستخدمة فى التصنيف مهمة جداً فى كثير من العلوم و لم تخرج الجغرافيا عنها فمنذ الخمسينات صارت الأساليب الكمية جزءاً هاما من الطرق الجغرافية واهم من قاموا بذلك برى (١٩٨٥، ٦٠، ٦١، ٦٧) وصارت هذه الطرق الآن تستخدم فى كثير من البحوث الجغرافية وما يرتبط بها من علوم أخرى (الاجتماعية، علم النفس، الجيولوجيا وعلم التربة).

الفصل الرابع

بعض أساليب القياس الأولية

أولاً : قياس الشكل الجغرافى

١ - العلاقة بين المحيط والمساحة

٢ - نسبة الطول إلى العرض

٣ - مقياس بويس كلارك

ثانيا : النسب والنظم الرقمية المغلقة. - أهمية المقام

ثالثاً : مقاييس النزعة المركزية

أ - المتوسط　　　ب - الوسيط　　　ج - المنوال

رابعاً: استخدام مقاييس النزعة المركزية فى الجغرافيا

الوسط الجغرافى- الوسط الجغرافى المعاير- الوسيط الجغرافى



الفصل الرابع

بعض أساليب القياس الأولية

أولاً : قياس الشكل الجغرافى :

عادة ما يصف الجغرافيون المناطق التى يدرسونها من حيث شكلها المبين على الخرائط فيقال أن هذه المنطقة مستطيلة او مربعة أو هلالية أو بيضاوية وغير ذلك من التشبيهات. وقد بدأت الدراسات الكمية تتجه لمحاولة قياس هذه الأشكال بطرق وأساليب مختلفة تهدف فى النهاية للوصول لرقم محدد يستشف منه طبيعة الشكل.

١ - العلاقة بين المحيط والمساحة :

وكانت أول هذه المقاييس ذلك الذى استخدمه بوندس Pounds فى الجغرافيا السياسية لمعرفة درجة اندماج الدولة من ناحية شكلها، ويتسم ببساطته بحيث يحاول التعرف على العلاقة بين الحدود الخارجية للدولة ومساحتها أو بمعنى آخر محيط الشكل ومساحته، وكلما زادت أطوال الحدود الخارجية بالنسبة للمساحة أشار ذلك إلى عدم اندماج الدولة والعكس.

وبناء على ما سبق يمكن صياغة مقياس بوندس للاندماج فى الصورة الآتية:

$$\frac{\text{محيط الدولة}}{\text{مساحتها}} \times \text{ك (نسبة ثابتة قيمتها ١٠٠٠)}$$

فإذا كان مجموع الحدود الخارجية لمصر مثلا اربعة آلاف كيلو متر ومساحتها مليون كيلو متر مربع يكون المعامل :

$$\frac{٤٠٠٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠٠٠٠٠} = ٤$$

أما المملكة المتحدة (بريطانيا) فإن مجموع أطوال حدودها الخارجية تبلغ ١٠٠٠٠كم ومساحتها ٢٤٤ الف كيلو متر مربع وعلى ذلك فإن المعامل يكون :

$$\frac{١٠٠٠٠ \times ١٠٠٠}{٢٤٤٠٠٠} = \frac{١٠,٠٠٠}{٢٤٤} = ٤٣,٩$$

وبالرغم من أن الحصول على محيط أى منطقة يمكن قياسه إلا أن درجة الدقة فى هذا المقياس لا تكون كبيرة بسبب كثرة تعرجات السواحل أو الحدود السياسية فى بعض الأحيان بجانب أن العمل على خرائط ذات مقاييس رسم مختلفة يؤدى إلى نتائج متباينة لنفس الحدود السياسية أو الادارية للمنطقة الواحدة، كما تتأثر قيمة الرقم الناتج بوحدة القياس المستخدمة (كيلو متر - ميل - ياردة - متر ... الخ) من ناحية وبمدى كبر أو صغر مساحة الشكل المراد قياسه من ناحية أخرى، فالدائرة الكبيرة تعطى قيمة مختلفة عن الدائرة الصغيرة حتى إذا تم قياسها بنفس وحدة القياس، وعلى العكس من ذلك إذا كانت لديك دائرتين بنفس المساحة والمحيط فإن قياسها بوحدات مختلفة يعطى نتائج غير واحدة.

٢ - نسبة الطول إلى العرض :

وتقوم هذه الطريقة على تعيين أبعد مسافة بين نقطتين تقعا على محيط الشكل الخارجى ففى خريطة مصر المبينة فى الصفحة ٧١ يبلغ طول أبعد مسافة بين قاعدة الدلتا عند البحر المتوسط شمالا والحدود المصرية السودانية فى الجنوب حوالى ١٢٨٠كم وأقصى مسافة من الشرق للغرب عند حدود السودان تبلغ ١٠٩٤كم ومن ثم فإن نسبة الطول الى العرض تكون :

$$\frac{١٢٨٠}{١٠٩٤} = ١,١٧$$

وفى حالة المغرب تكون النتيجة = $\frac{١٥٠٠}{٦٠٠} = ٢,٥$

وفى اسبانيا = $\frac{٨٠٠}{٨٠٠} = ١$

وفى تشيلى = $\frac{١٧٠٠}{١٢٥} = ١٣,٦$

المغرب

الطول: ١٥٠٠ ك.م
العرض: ٦٠٠ ك.م

مصر

الطول: ١٢٨٠ ك.م
العرض: ١٠٩٤ ك.م

شيلي

الطول: ١٧٠٠ ك.م
العرض: ١٢٥ ك.م

أسبانيا

الطول: ٨٠٠ ك.م
العرض: ٨٠٠ ك.م

وعلى ذلك يمكن القول أن هذا المقياس بسيط جدا يعتمد على تحديد أبعد نقطتين على جانبى الشكل طولا وعرضا ومن خلال المستقيمين الواصلين بينهما يمكن تحديد أقصى طول وأقصى عرض له، وبالتالى فإذا كان أقصى طول يبلغ ٦سم على الخريطة مثلا، وأقصى عرض ٣ فإنه يمكن تحويل هذه القيم تبعا لمقياس الرسم الى اطوال حقيقية وقسمتها على النحو السابق، أو يمكن استخدام هذه الأطوال مباشرة فتقسم ٦ ÷ ٣ = ٢، وكلما كان الناتج بعيدا عن الواحد الصحيح أشار الى انحراف الشكل عن الاندماج فالمربع ينتج عنه الرقم ١، والدائرة الرقم ١ ايضا، والمستطيل الذى يبلغ طوله ضعف عرضه يعطى الرقم ٢ وهكذا. ويعيب هذا المقياس أن استخدامه فى المناطق الكبيرة المساحة لا يصلح لافتراضه تسطح الارض وعدم كرويتها بجانب أن صلاحيته فى المناطق التى تتميز بوجود نتوءات فى أشكالها بصورة حادة تقل ايضا لانه يعطى نتائج غير واقعية، ولكن ميزته انه سهل فى حسابه.

٣ – مقياس بويس – كلارك :

ويستند الى معادلة تتراوح نتائجها بين صفر، ١٧٥ بغض النظر عن شكل المنطقة المدروسة أو مساحتها، وصيغة المعادلة رياضيا كما يلى :

$$\text{م ب ك} = \text{مجـ} \left| \frac{\text{ر}}{\text{مجـ ر}}\ ١٠٠ - \frac{١٠٠}{\text{ن}} \right|$$

حيث م ب ك مقياس بويس كلارك للشكل

ر طول نصف القطر الواحد

مجـ ر مجموع أطوال عدد من أنصاف الاقطار

ن عدد أنصاف الأقطار

| | علامة رياضية تعنى بغض النظر عن الاشارة أو القيمة المطلقة

والمشكلة الرئيسية التى تواجه هذا المقياس هى تحديد نقطة الوسط فى الشكل والتى يبدأ منها رسم أنصاف الاقطار، وقد اقترح بويس وكلارك استعمال نقطة الجذب فى المنطقة. ولكن هل يمكن استخدام نقطة الجذب السكانى مثلا أو

نقطة الوسط الهندسي؟ وإذا كان الهدف من المقياس قياس مدى اندماج الدولة سياسيا فهل يمكن أن تؤخذ العاصمة كنقطة وسط مثلا؟ صحيح أن العاصمة لها أهميتها في الدولة ولكنها ليست في كل الأحوال تتوسطها.

وبصفة عامة يمكن تلخيص خطوات حساب هذا المقياس فيما يلى : -

١ - يحدد مركز الشكل.

٢ - ترسم مجموعة من أنصاف الأقطار التي تبدأ من مركز الشكل لتلتقي بمحيطه ويعتمد عددها على مدى تعقد الشكل، ولكن كلما كانت أكثر عدداً أدت الى نتيجة أكثر دقة، وفى حالة المثال التالى استخدم ١٦ نصف قطر لتكون الزاوية بين كل نصف قطر وآخر = ٣٦٠ ÷ ١٦ = ٢٢,٥ درجة . ومن المفضل أن تكون قيمة الزاوية رقما دائريا يبدأ بصفر أو خمسة لسهولة قياسها.

٣ - يقاس طول نصف القطر بأى مقياس (سم - بوصة - ...الخ)

٤ - تحسب نسبة ما يسهم به طول نصف القطر الى مجموع أطوال أنصاف الأقطار كلها فمثلا طول نصف القطر رقم ٤ = ٠,٧ إذا قسمت على المجموع الذى يساوى ١٢,١ وضربت فى ١٠٠ تكون النتيجة ٥,٧٨٪.

٥ - تحسب النسبة المتوقعة لكل نصف قطر إذا فرضنا تساوى عدد أنصاف الأقطار = ١٦ فتكون النتيجة ٦,٢٥ وتقوم هذه الفرضية على اعتبار الشكل دائرة كاملة.

٦ - يحسب الفرق بين الطول الحقيقى لكل نصف قطر والطول المتوقع فيكون فى حالة رقم ٣ = ٦,٦٢ - ٦,٢٥ = ٠,٣٧

وفى حالة رقم ٤ = ٥,٧٨ - ٦,٢٥ = -٠,٤٧

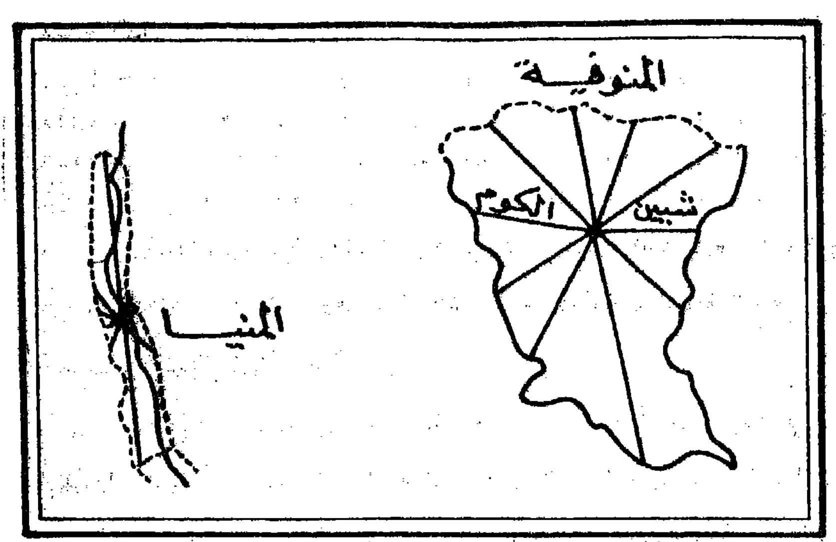
٧- تجمع الفروق بغض النظر عن الاشارة ليصبح مجموعها ٢٨,٧٨ ولتمثل المقياس المراد حسابه.

والسؤال الذى يتبادر للذهن هو : كيف يمكن تفسير المقياس ؟ إذا كانت النتيجة صفر فإن الشكل يكون دائريا ومعنى ذلك عدم وجود فروق بين الأطوال الفعلية والمتوقعة لأنصاف الأقطار، وإذا بلغ الرقم ١٢ كان الشكل مربعا، والرقم

١٨ للمعين، والشكل النجمى ٢٥، والمستطيل الذى يبلـغ طولـه ضعـف عرضـه ٢٨ أما إذا بلغ الرقم ١٧٥ فإن الشكل يكون خطيا تماما.

جدول يبين طريقة بويس – كلارك لقياس الشكل

رقم نصف القطر	طوله	نسبة طوله الحقيقى٪	نسبة طوله المتوقع ٪	الفروق
١	١,٣	١٠,٧٥	٦,٢٥	٤,٥٠
٢	٠,٧	٥,٧٨	٦,٢٥	٠,٤٧
٣	٠,٨	٦,٦٢	٦,٢٥	٠,٣٧
٤	٠,٧	٥,٧٨	٦,٢٥	٠,٤٧
٥	٠,٨	٦,٦٢	٦,٢٥	٠,٣٧
٦	١,٠	٨,٢٦	٦,٢٥	٢,٠١
٧	٠,٩	٧,٤٣	٦,٢٥	١,١٨
٨	١,٠	٨,٢٦	٦,٢٥	٢,٠١
٩	١,١	٩,٠٩	٦,٢٥	٢,٨٤
١٠	٠,٢	١,٦٥	٦,٢٥	٤,٦٠
١١	٠,١	٠,٨٢	٦,٢٥	٥,٤٣
١٢	٠,٥	٤,١٣	٦,٢٥	٢,١٢
١٣	٠,٦	٤,٩٥	٦,٢٥	١,٣٠
١٤	٠,٨	٦,٦٢	٦,٢٥	٠,٣٧
١٥	٠,٨	٦,٦٢	٦,٢٥	٠,٣٧
١٦	٠,٨	٦,٦٢	٦,٢٥	٠,٣٧
المجموع	١٢,١	١٠٠	١٠٠	٢٨,٧٨



ويبين الشكلان السابقان تطبيقا لهذه الطريقة على محافظتين مصريتين واحدة منهما فى الوجه البحرى والأخرى فى الوجـه القبلى وكـانت نتائجهـا علـى النحـو التالى :

١ - اعتبرت عواصم المحافظات نقطة مركزية تبدأ منها أنصاف القطار

٢ - حددت عشر أنصاف أقطار وبالتالى فان الزاويا تساوى ٣٦° فى كل الحالات.

٣ - تبلغ نسبة نصف القطر المتوقعة فى كل الحالات ١٠٪.

٤ - قيست أطوال أنصاف الاقطار الفعلية فى كل حالة وجمعت فى النهاية.

٥ - حسبت نسبة ما يمثله كل نصف قطر لمجموع الأقطار.

٦ - جمعت الفروق بين أنصاف الأقطار الفعلية والمتوقعة بغـض النظـر عـن الإشـارة وكانت القيم الناتجـة كالتـالى المنوفيـة ١٨,٦ وهـى أقـرب للاندمـاج أمـا المنيـا فكانت نتيجتها ٧٥,٣ لأنها أقرب للاستطالة.

٧ - وفيما يلى جدول النتائج :

أ - المنوفية :

رقم نصف القطر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	المجموع
طول نصف القطر	١,٦	١,٦	٢,١	١,٥	١,٧	٣,٣	٢,٠	١,٦	١,٨	٢,١	١٩,٣
النسبة ٪	٨,٣	٨,٣	١٠,٩	٧,٨	٨,٨	١٧,١	١٠,٤	٨,٢	٩,٣	١٠,٩	١٠٠
الفرق	١,٧	١,٧	٠,٩	٢,٢	١,٢	٧,١	٠,٤	١,٨	٠,٧	٠,٩	١٨,٦

ب – المنيا :

رقم نصف القطر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	المجموع
الطول الفعلى	٢,١	٠,٣	٠,٢	٠,٤	٠,٦	٢,٠	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٦	٧,١
النسبة ٪	٢٩,٣	٤,٢	٢,٨	٥,٦	٨,٥	٢٨,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٨,٥	١٠٠
الفرق	١٩,٣	٥,٨	٧,٢	٤,٤	١,٥	١٨,٢	٥,٨	٥,٨	٥,٨	١,٥	٧٥,٣

وهكذا يبدو الفرق واضحا بين شكل المنوفية الذى كانت نتيجته ١٨,٦ وهى أقرب للاندماج وشكل المنيا الاقرب الى الاستطالة حيث كانت النتيجة ٧٥,٣.

النسب والنظم الرقمية المغلقة :

أوضح هاينز Hayenes فى عينة سحبها من مجموعة أبحاث أجريت فى ميدان الجغرافيا البشرية بأستخدام الوسائل الكمية ظهر أن ٧٦٪ منها استعملت النسب، ٢٤٪ الكثافات المقارنة، ٦٩٪ وظفت عامل المسافة، ٦٨٪ عمليات الحصر (الأعداد المطلقة)، بل أن بعضا من هذه الأبحاث حولت كثيرا من المتغيرات الى نسب. ولا شك أن مثل هذه الأرقام تبين مدى أهمية استخدام النسب فى الجغرافيا عامة وفى بعض فروعها البشرية على وجه التحديد. صحيح أن الأبحاث التى اختيرت كعينة فى الحالة السابقة وعددها (١٠٥) لا تمثل نموذجا للدراسات الحديثة ولكنها فى نفس الوقت تؤكد حاجة الجغرافيين للتدريب على استخدام هذه المعدلات وتحليلها، وقلما تهتم الكتب الدراسية باظهار السمات العامة للمعدلات ومدى الحاجة اليها، وفى معظم الحالات تحلل باعتبارها أرقاما بسيطة.

والمعدلات تعنى ببساطة استعمال رقم واحد ناتج عن قسمة قيمة على اخرى وفى هذه الحالة قد تكون نتيجة القسمة عبارة عن عدد مطلق مثل قسمة السكان على المساحة لنحصل على الكثافة ففى هذه الحالة يمكن أن يرتفع الناتج ليصل إلى عدة آلاف نسمة فى وحدة المساحة أو قد ينخفض ليصل لأقل من شخص فليست هناك حدود قصوى للقيم الناتجة وإنما يوجد حد أدنى هو الصفر.

وفى أحيان أخرى يكون المعدل معيارا أى نسبة عشرية أو مئوية أو الفية كأن تحصل على ناتج قسمة المساحة المزروعة بالفاكهة فى مصر على اجمالى المزروعة فتقول أنها تمثل فدان لكل عشرة أو عشرة لكل مائة أو مائة لكل ألف وهكذا ...، وما يجب

التأكيد عليه هو أن العلاقة بين رقمين أحدهما يمثل البسط والآخر المقام تنعكس على النتيجة النهائية وبالتالى لا يمكن أهمال أى من الرقمين.

والمعدلات ربما يعبر عنها كنسب عشرية أو مئوية أو الفية أى بتحريك العلامة العشرية بصورة معينة قياسا للرقم الثابت الذى تنسب اليه وهو رقم دائرى فى غالب الحالات يبدأ بالصفر ويكون للقيمة عشرة ومضاعفاتها ومن ثم لا تتغير قيمته كأن نقول واحد لكل عشرة أو عشرة فى المائة أو مائة لكل آلف وهكذا.

وتدرج النسب المئوية ضمن هذا النوع ولكنها تختلف عنه فى شيء أساسى هو تقسيمها لشيء يمثل وحدة الى أجزاء واعتباره يمثل ١٠٠٪ ومن ثم لابد من أن تكون النتيجة النهائية تساوى ١٠٠٪ عكس المعدلات التى تشير الى نسبة أو تكرار حدوث ظاهرة معينة قياسا لرقم محدد كأن تقول أن نسبة النوع فى اقليم ما ١٣٥ ذكر/١٠٠ من الاناث أو ١٣٥٠ لكل ١٠٠٠ أو أن معدل المواليد ٤٠ مولودا لكل الف من السكان.

وتنقسم المعدلات الى نوعين رئيسيين حسب النتيجة التي نحصل عليها مغلقة وتتحدد بالقيم الواقعية بين صفر كحد أدنى وواحد صحيح أو العشرة ومضاعفاتها كحد أقصى، والمعدلات المفتوحة وحدها الأدنى أيضا هو الصفر وليس لها حد أعلى .

وتظهر المعدلات المغلقة فى حالات خاصة وهى عندما يكون البسط جزءا من المقام ولا يمكنه أن يتجاوزه. كذلك تتمثل عندما يكون العدد الاجمالى ينقسم الى قسمين أو أكثر مثل تقسيم الحصى حسب الصخر الأصلى المشتق منه أو تصنيف السكان حسب محال ميلادهم أو اعمارهم أو أنصبتهم من الضرائب لتمثل كل مجموعة نسبة مئوية من الجملة وتتراوح نتائجها بين صفر، ١٠٠٪، كما تتمثل هذه النسب عندما تكون لدينا كمية اجمالية توزع مثل نسبة اسهام الصناعة التحويلية لاجمالى الدخل القومى العام أو نسبة الصلصال فى وزن عينات مأخوذة من التربة.

أما المعدلات المفتوحة فيمثلها كثافة السكان أو كثافة التصريف المائى أو عدد الأطفال لكل أم أو الأفراد لكل حجرة أو الارتفاعات للأطوال وكل هذه النسب لا تنتج عنها أرقاما سالبة وليس لها حدا أعلى. ولكن فى الغالب ما يكون لنسبة التغير حد أدنى هو - ١٠٠ ٪ وهى أيضا لاحد أعلى لها فهى مفتوحة. ولا

يعنى استخدامنا لعدد الأطفال بالنسبة للأمهات باعتباره نسبة مئوية أو الفية أنها نسبة مغلقة لأنها قد تزيد عن ١٠٠ فى اغلب الحالات وبسبب اختلاف البسط عن المقام لأنه لا يمثل جزءا منه. كذلك فان نسبة العرض الى الطول لا يمكن أن يزيد العرض حسب تعريفه عن الطول بحال، وبالرغم من أن المعدلات أحيانا تختلف لتتراوح بين صفر،١ فان ذلك لا يعنى أنها معدلات مغلقة لكون البسط لا يمثل جزءا من المقام.

ولابد أن تحسب المعدلات فقط للأرقام التى يعبر عنها من خلال مقياس نسبى أى تلك التى يكون لها صفر حقيقى، والسؤال هنا إذا كانت الأرقام الحقيقية أو المطلقة موجودة فلماذا يحولها الباحث الى معدلات قبل أن يقوم بتحليلها؟ ربما يكون السبب فى ذلك ايجاد متغير جديد يعتبر أكثر اهمية مثل الانحدار بدلا من الارتفاع والامتداد باعتبارهما متغيرين مستقلين، وفى الغالب يكون المعدل لاظهار العلاقة بين متغير ما وآخر يتحكم فيه أو يؤثر عليه مثل الوفيات والسكان، والافتراض الاساسى فى هذه الحالة هو أن المتغير الأول يرتبط خطيا بالمتغير الثانى المتحكم فيه. ومن المهم التأكد من علاقة كل من البسط والمقام قبل حساب أى معدلات.

أهمية المقام :

قد تبدو المعدلات أكثر اهمية من الأرقام المطلقة ولكن من الخطورة بمكان النظر الى هذا بصورة فيها شيء من المبالغة، فمثلا يعتمد ذلك على عدد الأرقام الفعلية. فهل النسبة ٣٠٪ من عدد اجمالى مقداره ١٠ أو عدد اجمالى مقداره ١٠ آلاف متماثلة القيمة؟ فلكى يحدد الباحث مدى الحاجة لحساب المعدل لابد من معرفة طبيعة الأرقام، وإذا كانت الأرقام تعد مقاييس مثل معدل الانحدار، فلا شك أن درجة انحدار مقدارها ٨٠ فى اطار ١٠٠٠ متر قد تحتاج الى تفسير أكثر من درجة لكل مترين من الارتفاع. فمتوسط الانحدار يزيد كلما كان خلال مسافة قصيرة، والشكل ربما يكون معتمدا على الحجم.

وترتبط مؤشرات الفصل Segregation Indices الى حد كبير بنوع المقياس المستخدم، فالنسب يمكن مقارنتها في حالة واحدة فقط هي اتفاق مقامها، لذا يؤثر الحجم بصورة قوية على الأرقام المطلقة والنسب في آن واحد ولا يستطيع القارىءاحيانا أن يفسر النسب دون الرجوع الى البسط والمقام. وهذه المسالة مهمة جدا ولها تأثير كبير على التمثيل البياني، فأكثر الخرائط شيوعاً فى الجغرافيا البشرية هي خرائط الظلال المتدرجة التي تعد يدويا أو آليا مستخدمة الوحدات الادارية المختلفة المساحات وموظفة النسب المئوية أو الألفية، وهذا النوع من الخرائط قد يكون جيدا إذا كان المقام المتعلق بالنسبة هو المساحة الجغرافية. اما إذا كانت الظاهرة الموزعة لا علاقة لها بالمساحة (المقام) مثل السكان، فالرسم يكون غير ملائم ويؤدى لا ساءة الفهم حيث يتجه الانتباه لأشكال التمثيل الكبيرة التي تتركز فيها النسبة العالية من السكان.

وعلى ذلك يمكن تقسيم النسب والنظم الرقمية المغلقة في الدراسات الجغرافية الى أنواع عدة حسب استخداماتها وطبيعتها هي : -

١ - النسب المئوية :

٢ - المعدلات أو النسب المطلقة.

٣ - المعدلات أو النسب المفتوحة ويحسن تسميتها بالمعايير الرقمية مثل كثافة السكان وأطوال السواحل للمساحة ونصيب الفرد من الدخل القومي ومقاييس الحركة على الطرق (سيارة/كم)

٤ - الأرقام أو المعايير ذات الأساس القياسي ويمثلها مستوى سطح البحر عند التعرف على التضاريس والصفر المئوى أو ٣٢° فهرنهيتية عند قياس درجات الحرارة حيث ينظر للقيم في هذه الحالات قياسا لرقم الأساس.

٥ - معدلات أو نسب متعارف على حدودها الدنيا والقصوى في الاحوال العادية وان اختلفت زمنا ومكانا ومن نماذجها معدلات المواليد والوفيات والزيادة الطبيعية ...الخ.

٦ – معدلات أو نسب النسب ومن أمثلتها معـامل التوطـن الـذى نقسم فيـه نسبة حدوث أو توطن ظاهرة معينة فى إقليم محدد يمثـل جـزء مـن إقليـم أكـبر علـى نسبة توطن نفس الظاهرة فى الاقاليم الأكبر فى نفس التاريخ، غير أن المشـكلة التى تظهر فى هذه الحالة تتمثل فى مدى الأهمية النسبية للظاهرة المدروسة فـى الوحدتين المكانيتين، فقد تكون الظاهرة فى الاقاليم الأصغر أكثر أهمية بصـورة واضحة ولكنها لا تمثل شيئا يذكر اذا قيست بالاقاليم أو المنطقـة الأكـبر، ففـى حالة الصناعة مثلا قد نرغب فى تطبيق هذا الأسلوب لمعرفـة التوطـن الصنـاعى لصناعة الأثاث بالنسبة للصناعات التحويلية اعتمادا على عـدد العمـال كمعيـار فنقول أن توطن هذه الصناعة فى دمياط مثلا تطبق فيه المعادلة :

$$\frac{\text{عدد العاملين بصناعة الأثاث فى دمياط}}{\text{اجمالى العاملين بالصناعة التحويلية فى دمياط}} \div \frac{\text{عدد العاملين بصناعة الأثاث فى مصر}}{\text{اجمالى العاملين بالصناعات التحويلية فى مصر}}$$

فاذا كان عدد العاملين بالصناعة المشار اليها فى دمياط ٥٠٠ مثلا والعاملين بالصناعة التحويلية كلها ١٠٠٠ فالنتيجة تساوى ٥٠٪ وفـى الحالـة الثانيـة إذا كـان عدد العاملين فى نفس الصناعة بمصر كلها ٢٠ ألفا وفى الصناعة التحويلية مثـلا ٤٠ ألفا فالنتيجة تساوى ٥٠٪ ايضا ولكن الفرق فى الأهمية للأعداد المطلقة كبـير جـدا وهكذا بالنسبة لعدد المصانع أو غيرها من المعايير، صحيح أن الأهمية النسبية واحـدة ولكن القيم المعتمد عليها فى حساب الأهميـة النسبية متفاوتـة ولايضـاح ذلـك قـد يكون هناك مصنع واحد فى منطقة معينـة، ٥٠٠ مصنـع فـى منطقـة أخـرى وتقـاس الأهمية بالنسبة للصناعات ككل وتكون متساوية.

ثالثا : مقاييس النزعة المركزية :

أ – المتوسط الحسابى :

١ – حساب المتوسط من القيم المطلقة

لحساب المتوسط الحسابى من القيم غير الجدولـة فـى فئـات نقسـم بجمـوع القيم على عددها كما فى المثال التالى : –

٢،٦،٥،٧،٤،١٢

فمتوسط هذه القيم يساوى مجموعها (٣٦) على عددها ٦ أى ٦ ولذلك يمكن استخدام القانون التالى لحساب متوسط أى مجموعة من القيم :

$$\bar{س} = \frac{\text{مجـ } س}{ن}$$

حيث سَ ترمز للمتوسط، مجـ س لمجموع القيم، ن لعدد القيم.

وأهم ما يميز المتوسط الحسابى من خصائص أن مجموع انحرافات القيم عن متوسطها لابد وأن يساوى صفرا وفى حالة المثال السابق يبدو أن انحرافات القيم على النحو التالى :

القيم	٢	٦	٥	٧	٤	١٢		
الانحرافات	-٤	صفر	-١	+١	-٢	+٦	=	+٧، -٧

= صفر.

أما السمة الثانية فهى أن مجموع مربعات انحرافات القيم عنه لابد وأن ينتج عنها قيمة غير سالبة بما فى ذلك الصفر ويظهر ذلك فى المثال السابق كما يلى :

القيم	٢	٦	٥	٧	٤	١٢	=	٣٦
الانحرافات	-٤	صفر	-١	+١	-٢	+٦	=	صفر
مربع الانحرافات	١٦	صفر	١	١	٤	١٦	=	٣٨

٢ - حساب المتوسط من القيم التكرارية :

ولكن حساب المتوسط يختلف قليلا فى حالة إذا ما كانت القيم فى صورة تكرارات يتتابع حدوثها أمام كل فئة بصورة محددة على النحو التالى :

الفئات (س)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	
التكرارات(ك)	٤	٥	٥	١	٥	٢	١	١	=٢٤
س × ك	٤	١٠	١٥	٤	٢٥	١٢	٧	٨	=٨٥

وهنا يحسب المتوسط بالقانون = $\frac{\text{مجـ } س \times ك}{\text{مجـ } ك}$

أو بمعنى آخر مجموع حاصل ضرب القيم فـي تكـرارات حدوثهـا مقسـوما على مجموع التكرارات مرة أخرى وتكون النتيجة :

$$\frac{٨٥}{٢٤} = ٣,٥٤$$

وفـي هـذا المثـال يمكـن ملاحظـة تكـرار حـدوث الظـاهرة أمـام كـل قيمـة بالتحديد دون وجود أطوال الفئات ، ولذلك فانه في حالة وجود حد أدنى وأقصى للفئات يحسب المتوسط بطريقة ثالثة كالآتى :

س	ك	م	ك × م
الفئات	التكرار	مراكز الفئات	
٣٥-	٣	٣٧,٥	١١٢,٥
٤٠-	٥	٤٢,٥	٢١٢,٥
٤٥-	٧	٤٧,٥	٣٣٢,٥
٥٠-	٤	٥٢,٥	٢١٠,٠
٥٥-	٣	٥٧,٥	١٧٢,٥
٦٠-	٢	٦٢,٥	١٢٥,٠
مجموع	٢٤		١١٦٥,٠

(١) تعين مراكز الفئات وهى عبارة عن مجموع بداية الفئة ونهايتها مقسوما على٢.

(٢) تضرب مراكز الفئات فى كل تكرار.

(٣) نحصل على مجموع حاصل ضرب مراكز الفئات فى التكرارات المقابلة.

(٤) يطبق القانون التالى :

$$\bar{س} = \frac{\text{مجـ ك م}}{\text{مجـ ك}}$$

$$= \frac{١١٦٥}{٢٤} = ٤٨,٥$$

ولكن كما ترى فان هذه الطريقـة يمكـن اختصـار عمليـات حسـابها فيمـا يعرف باسم طريقة الانحرافات المختصـرة أو الوسـط الفرضـى وفيهـا يمكـن حسـاب

المتوسط بافتراض ان الوسط الحسابى يقع فى الفئة التى تضـم أكـبر تكـرارات أو أى فئة أخرى تتوسط التوزيع التكـرارى، وفـى حالـة هـذا المثـال تبـدو الفئـة ٤٥- هـى الواقـع أمامهـا أكـبر تكـرار ومركزهـا ٤٧,٥ وهـو الوسـط المختـار، ونقطـة البدايـة لحسـاب المتوسـط هنـا هـى طـرح قيمـة الوسـط الفرضـى مـن كـل مراكـز الفئـات والحصول علـى إنحرافـات هـذه المراكـز عنـه علـى النحـو التـالى : وهـى ٤٥ - ٤٩ ومركزها ٤٧,٥ ويطرح هذا الوسط الفرضى من مراكز الفئات الأخرى أى تحسـب انحرافات مراكز الفئات عن الوسط الفرضى المختار على النحو التالى :

الفئات	ك	م	ح	حَ(÷٥)	حَ × ك
٣٥ -	٣	٣٧,٥	١٠-	٢-	٦-
٤٠ -	٥	٤٢,٥	٥-	١-	٥-
٤٥ -	٧	٤٧,٥	صفر	صفر	صفر
٥٠ -	٤	٥٢,٥	٥+	١+	٤+
٥٥ -	٣	٥٧,٥	١٠+	٢+	٦+
٦٠-	٢	٦٢,٥	١٥+	٣+	٦+
مجـ ك	٢٤			مجـ حَ/ك	١١- ١٦+
					٥+

ويطبق القانون التالى :

سَ = أ (الوسط الفرضى) +ل $\frac{\text{مجـ حَ/ك}}{\text{مجـ ك}}$

حيث أ = الوسط الفرضى المختار

ل = القيمة التي اختصرت بها الانحرافات وهي تساوى ٥ في حالتنا هذه

وعلى ذلك تكون النتيجة :

$$47.5 + \frac{5}{24} \times 5 = 47.5 + 5 \times 0.21$$

$$47.5 + 1.05 = 48.55$$

ب - الوسيط :

وهو عبارة عن القيمة التي تتوسط مجموعة من القيم المرتبة تنازليا أو تصاعديا فإذا كان لديك مجموعة الأرقام التالية :

٣، ٧، ٢، ٤، ٨، ٦، ٥، ٩، ١٠

ومطلوب حساب الوسيط لها فإن اول خطوة نتخذها هي ترتيب القيم تصاعديا أو تنازليا فإذا رتبت تصاعديا تكون :

٢، ٣، ٤، ٥، (٦)، ٧، ٨، ٩، ١٠

ولما كان عدد هذه القيم ٩ فان وسيطها يتمثل في القيمة التي تقع أربع قيم قبلها والأربع الأخرى بعدها أي يساوى ٦٠ ويبدو الحصول على الوسيط هنا سهلا حيث اتخذت الخطوات التالية :

(١) رتبت القيم تصاعديا

(٢) نحصل على ترتيب الوسيط وذلك بقسمة عدد القيم على (٢) ولما كانت القيم عددها فردى يستخدم القانون التالي :

$$\text{ترتيب الوسيط} = \frac{ن + 1}{2} = \frac{9 + 1}{2} = 5$$

حيث ترمز ن الى عدد القيم، ومن ثم يكون ترتيب الوسيط هو الخامس أما قيمة الوسيط فهي القيمة ٦ حسب الترتيب التصاعدى وإذا كان عدد القيم زوجيا كما في المثال التالي :

٢، ٣، ٤، ٥، (٦،٧)، ٨، ٩، ١٠، ١٣

فان الوسيط عندئذ يقع ترتيبه بين القيمتين رقم ٥، ٦ ومن ثم فان قيمة الوسيط تقع بين القيمتين ٦، ٧ وفى هذه الحالة تجمع الفئتان الوسيطيتان وتقسم على (٢) لكى تحصل على الوسيط : $\frac{٦+٧}{٢}$ = ٦,٥

وفى حالة القيم المبوبة التى تأخذ صورة جداول تكرارية تتبع نفس الخطوات السابقة حيث يرتب الجدول فى صورة تكرار متجمع صاعد أو نازل ثم يحدد ترتيب الوسيط بقسمة مجموع التكرارات على ٢ ثم يطبق القانون التالى :

$$\text{الوسيط} = أ + \frac{\frac{\text{مجـ ك}}{٢} - \text{مجـ ك ب}}{\text{مجـ ك ن} - \text{مجـ ك ب}} \times ل$$

حيث أ = الحد الأدنى للفئة الوسيطة.

مجـ ك ب = مجموع التكرار المتجمع الصاعد السابق للفئة الوسيطة.

مجـ ك ن = مجموع التكرار المتجمع الصاعد اللاحق للفئة الوسيطة.

ل = طول الفئة الوسيطية.

تطبيق رقم (١)

احسب الوسيط لتوزيع المساحات المزروعة فى احدى القرى موزعة حسب الحيازات :

فئة الحيازة	عدد الحيازات	الفئات	التكرار المتجمع الصاعد
أقل من فدان	١٢٣	أقل من صفر	صفر
فدان -	١٥٤	اقل من فدان	١٢٣
٣-	٢١١	أقل من ٣	٢٧٧
		الوسيط هنا	
٥ -	٧٥	أقل من ٥	٤٨٨
٧ -	٢٨	أقل من ٧	٥٦٣
٩ -	١٩	أقل من ٩	٥٩١
١١ -	١٠	أقل من ١١	٦١٠
١٣ -	٨	أقل من ١٣	٦٢٠
		أقل من ١٥	
المجموع	٦٢٨		٦٢٨

يلاحظ أن الخطوات تكون كما يلى :

١ - تكوين جدول تكرارى متجمع صاعد وذلك بالبدء من القيمة التـى تسبق أول فئة فى الجدول ثم القيمة الأولى ويضاف اليها التكرار الواقع أمام الفئة الثانية ثم الثالثة وهكذا أى تجمع التكرارات جمعا تراكميا حتى تصل إلى الرقم الأخير الذى يمثل المجموع النهائى.

٢ - يحدد ترتيب الوسيط بقسمة مجموع التكرارات على ٢ فيكون :

$$\frac{٦٢٨}{٢} = ٣١٤$$

٣ - يحدد موقع الوسيط فهو فى مكان مابين الفئتين الثالثة والرابعة أى بين القيمة ٢٧٧ والقيمة٤٨٨وبالتالى يطلق على الفئة التى تبدأ من أقل من٣إلى أقل من ٥ الفئة الوسيطة.

٤ - يطبق القانون السابق فتكون النتيجة كالآتى :

$$\text{قيمة الوسيط} = ٣ + \frac{\frac{٦٢٨}{٢} - ٢٧٧}{٤٨٨ - ٢٧٧} \times ٢$$

$$= ٣ + \frac{٣١٤ - ٢٧٧}{٢١١} \times ٢$$

$$= ٣ + \frac{٣٧}{٢١١} \times ٢ = ٣ + \frac{٣٧}{٢١١} = ٣,٣٥$$

ويمكنك استبدال المقام فى القانون السابق بالتكرار الواقع أمام الفئة الوسيطية ويؤدى الى نفس النتيجة لأنك إذا نظرت فى الجدول لقيمة هذا التكرار ستلاحظ أنه هو ذات الناتج بعد عمليات الطرح فى مقام قانون حساب الوسيط أى يساوى ٢١١ فى حالتنا هذه.

تطبيق رقم (٢) :

احسب الوسيط من الجدول التالى :

الفئات	التكرار	الفئات	التكرار المتجمع الصاعد
٤ –	٧	أقل من ٤	صفر
٨ –	١٣	اقل من ٨	٧
١٢ –	٢٠	أقل من ١٢	٢٠
١٦ –	٣٠	أقل من ١٦	٤٠
		الوسيط هنا	⟵⟶
٢٠ –	١٥	أقل من ٢٠	٧٠
٢٤ –	١٠	أقل من ٢٤	٨٥
٢٨ –	٥	أقل من ٢٨	٩٥
المجموع	١٠٠	اقل من ٣٢	١٠٠

$$\text{ترتيب الوسيط} = \frac{١٠٠}{٢} = ٥٠$$

$$\text{قيمة الوسيط} = ١٦ + \frac{(٥٠ - ٤٠)}{٣٠} \times ٤$$

$$= ١٦ + \frac{١}{٣} \times ٤ = ١٧,٣٣$$

ويلاحظ أن الجزء الذى يضاف على الحد الأدنى للفئة الوسيطة لابد أن يقل عن واحد صحيح قبل ضربه فى طول الفئة. كما أن الجدول المتجمع الصاعد لابد وان تضاف له فئة فى نهايته لتصل لمجموع التكرارات الكلى.

ويمكن بجانب ذلك الحصول على قيمة الوسيط بالرسم وذلك ببناء جدول تكرارى متجمع صاعد وهابط ويتم تمثيل التكرارين الصاعد والنازل بيانيا وتكون نقطة تقاطعهما بمثابة بداية لعمود على المحور الافقى الذى تبين عليه الفئات وحيث يلتقى هذا العمود بالمحور الافقى يعين قيمة الوسيط.

جـ – المنوال :

هو الفئة الاكثر شيوعا ويمكن حسابه من القيم المطلقة بملاحظة الفئة الاكثر شيوعا بين مجموعة من الارقام وهو قليل الاستخدام فى الدراسات الاحصائية ويفضل عليه الوسيط. وعلى سبيل المثال إذا كانت لديك مجموعة من الأرقام على النحو التالى: –

٦ ، ٥، ٧، ٨، ١٠، ٦ ، ٦ ، ٨، ٦ ، ٥

فان المنوال لهذا التوزيع هو ٦ حيث تكررت هذه القيمة ٤ مرات فهى اذن الفئة الشائعة ويمكن ملاحظة أنه عند تعيين المنوال لا تهم قيمة الرقم كبرت أم صغرت ولا موقعه بين الارقام الأخرى وإنما الأكثر أهمية عدد المرات التى يتكرر فيها.

ويحسب المنوال أيضا من الجداول التكرارية باتباع الخطوات التالية :

١ – تحدد الفئة المنوالية وهى الفئة الواقع أمامها أكبر تكرار.

٢ – نحصل على الفرق بين التكرار الواقع امام الفئة المنوالية والتكرار السابق لها.

٣ – نحصل على الفرق بين التكرار الواقع أمام الفئة المنوالية والتكرار اللاحق لها.

٤ – نقسم الناتج من رقم (٢) على الناتج من رقم (٣) مضافا اليه الناتج من رقم ٢ مرة أخرى.

٥ – يضرب ذلك فى طول الفئة المنوالية.

فاذا رمزنا للناتج فى رقم ٢ بالرمز Δ_1 والناتج من رقم ٣ بالرمز Δ_2 وطول الفئة المنوالية بالرمز ل والحد الأدنى للفئة المنوالية بالرمز أ فان قانون حساب المنوال يكون:

$$\text{المنوال} = \text{أ} + \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \times \text{ل}$$

تطبيق :

إذا كان لديك توزيعاً تكرارياً على النحو التالى :

الفئات		التكرار	
١٥ -		٢٠ -	
١٦ -		٣٠٠	
١٧ -		١٢٠٠	
١٨ -	⟷	٢٤٠٠	الفئة المنوالية
١٩ -		١٨٠٠	
٢٠ -		١٢٠٠	
٢١ -		٦٠٠	

$$\text{المنوال} = ١٨ + \frac{(٢٤٠٠ - ١٢٠٠)}{(٢٤٠٠ - ١٨٠٠) + (٢٤٠٠ - ١٢٠٠)} \times ١$$

$$\text{المنوال} = ١٨ + \frac{١٢٠٠}{٦٠٠ + ١٢٠٠} \times ١$$

$$\text{المنوال} = ١٨ + \frac{٢}{٣} \times ١ = ١٨,٦٧$$

ويمكنك ملاحظة أن الفئة المنوالية هى الواقع امامها أكثر التكرارات عددا (٢٤٠٠) وحدها الأدنى هو ١٨ ثم تضاف عليه الفروق بعد ذلك مضروبة فى طول الفئة المنوالية والتى تساوى ١.

والجدير بالذكر أن بعض توزيعات القيم قد تضم أكثر من منوال واحد كأن يوجد منوالين أو ثلاثة وفى هذه الحالة يصبح استخدام الوسيط أو المتوسط الحسابى غير مجد فى اظهار الخصائص المميزة لهذه البيانات.

وبصفة عامة يتوقف اختيار الدارس لواحد من مقاييس النزعة المركزية على طبيعة البيانات التى يتعامل معها والغرض الذى يرمى للوصول إليه من استخدام هذا المقياس أو ذاك. فالمتوسط يحسب ويطبق بصورة ملائمة على البيانات ذات التوزيع

المنتظم. أما إذا كانت البيانات ملتوية Skewed نحو أحد الجوانب فيفضل استخدام الوسيط لأنه لن يتأثر بتطرف القيم نحو أحد جوانب التوزيع الرقمى. أما إذا كان لتوزيع الارقام أو القيم أكثر من قمة واحدة فان استعمال مقياس واحد من هذه المقاييس سيخفى ولا يوضح كثيرا خصائص الارقام، ولذا يفضل حساب منوال أو أكثر، وإذا كان التوزيع مثاليا ذو قمة واحدة فان المقاييس الثلاثة (المتوسط والوسيط والمنوال) تتساوى فى قيمتها. ويقصد بالتوزيع المثالى ببساطة أنه إذا رسم شكل بيانى لتوزيع القيم بحيث يمثل محوره الافقى الفئات والرأسى التكرارات يكون المنحنى مشابها لشكل الجرس (التوزيع الطبيعى).

تطبيقات : -

أولاً : يبين الجدول التالى تطور انتاج السكر فى مصر خلال السنوات ١٩٨٣ - ١٩٩٠ بالآف الأطنان :

السنة	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠
الانتاج	٦٤٤	٧٦٤	٧٩١	٨٣١	٨٦٨	٨٦٢	٦٣١	٦١٥

من الجدول السابق احسب :-

(١) متوسط الانتاج خلال السنوات ١٩٨٣ - ١٩٨٧ ومن ١٩٨٧ الى ١٩٩٠.

(٢) مقدار الزيادة السنوية فى الانتاج ٨٣ - ١٩٨٨.

(٣) متوسط الزيادة السنوية فى الانتاج ١٩٨٣ - ١٩٨٨.

ثانياً : يبين الجدول التالى توزيع بعض المدن المصرية حسب أحجامها السكانية فى تعداد عام ١٩٨٦.

المدينة	عدد السكان	المدينة	عدد السكان
بورسعيد	٣٩٩٧٩٣	دمنهور	١٩٠٨٤٠
السويس	٣٢٦٨٢٠	كفر الدوار	١٩٥٣٩٦
الاسماعيلية	٢١٢٥٦٧	الجيزة	١٨٧٠٥٠٨
دمياط	٨٩٤٩٨	بنى سويف	١٥١٨١٣
المنصورة	٣١٦٨٧٠	الفيوم	٢١٢٥٢٣
الزقازيق	٢٤٥٤٩٦	المنيا	١٧٩١٣٦
بنها	١١٥٥٧١	اسيوط	٢٧٣١٩١
المحلة الكبرى	٣٥٨٨٤٤	سوهاج	١٣٢٩٦٥
طنطا	٣٣٤٤٠٥	قنا	١١٩٧٩٤
شبين الكوم	١٣٢٧٥١	أسوان	١٩١٤٦١

احسب منه متوسط ووسيط الحجم لهذه المدن مجتمعة وفى الوجهين البحرى والقبلى كل على حدة:

رابعاً : استخدام مقاييس النزعة المركزية فى الجغرافيا :-

عرض فيما سبق تطبيق لثلاثة مقاييس للنزعة المركزية على البيانات الاحصائية وبقى تساؤل الا يمكن تطبيق بعض هذه المقاييس فى إطار مكانى؟ حقيقة أن ما أحرزه الجغرافيون فى استخدام الاساليب الاحصائية فى توزيعاتهم المكانية مازال محدودا حيث انصب اهتمامهم فى معظم الحالات على تطبيق هذه الأساليب على بيانات جمعت حول اماكن معينة فى المجالات المختلفة طبيعية وبشرية بينما اتجه عدد محدود لاستخدام الأساليب الاحصائية لتحليل التوزيعات المكانية لأى نوع من البيانات.

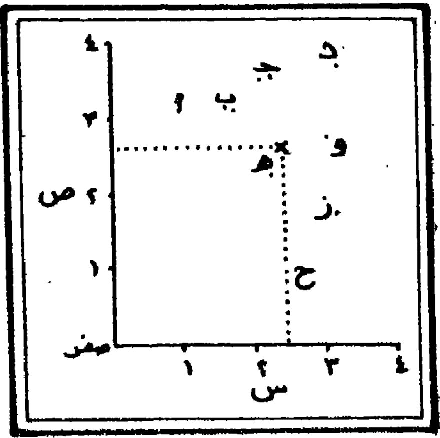
وربما يرجع ذلك الى عدة عوامل منها عدم وجود أساس نظرى واضح تستند عليه طرق التحليل الكمى فما يتصل بالتوزيع المكانى للظاهرات فالاحصائيون لم يعنوا كثيرا فى الماضى بتوجيه جزء كبير من اهتمامهم الى الاحصاء المكانى، كما أن عددا محدودا من الجغرافيين اهتم بذلك.

ومن ناحية أخرى فان بعض هذه الاساليب لم ينضج بعد بدرجة كافية بحيث ما يزال بعضه صعبا على الفهم والاستيعاب جيدا أو أن تطبيقه يتطلب جهدا لا يتفق مع النتائج المرجوة منه أو أن بعض الأساليب المتقدمة منه تتطلب بالضرورة استخدام الآلات الحاسبة (الكمبيوتر) عند تطبيقها.

ولكن بالرغم من كل هذه المآخذ فما زالت بعض هذه الأساليب ذات قيمة فى الجغرافيا وبالتحديد فيما يتصل بالتوزيعات المكانية عند توظيف الطرق الحسابية العادية وبصورة يمكن معها أن تستوعب بسهولة. وربما يرجع عدم استخدامها كثيرا انها لم تنل بعد نصيبا وافيا من الانتشار بين كل الجغرافيين. ولاشك أن كثيرا من الظاهرات يمكن تطبيق هذه الأساليب فيها مثل النزعة المركزية والانتشار والشكل والنمط والعلاقات المكانية، وفيما يلى تطبيقات جغرافية حول ثلاثة من هذه المقاييس:

(١) الوسط الجغرافى :

وهو أبسط المقاييس التى تهدف الى معرفة نقطة الوسط لأى توزيع مكانى وهو مشابه للوسط الحسابى لمجموعة من القيم ويتم حسابه بطريقة مماثلة الى حد كبير.



ويبين الشكل المرفق التوزيع المكانى لمجموعة من النقاط قد تمثل توزيعا لمجموعة مدن أو قرى أو أى ظاهرة جغرافية أخرى، ولكى نحسب نقطة الوسط لها فان الخطوة الأولى هى محاولة قياس العلاقة بين هذه النقاط كميا ويتم

ذلك بحساب ابعاد هذه النقاط كل على حدة أو بمعنى آخر معرفة احداثياتها على الخريطة فالنقطة أ مثلا تبعد عن بداية المحور السينى بما يعادل ٤ وعن المحور الصادى بحوالى ١,٢ وهكذا نستمر فى تعيين احداثيات بقية النقاط على المحور السينى الذى يمثل اتجاه الشرق على الخريطة والمحور الصادى الذى يمثل اتجاه الشمال وتكون النتيجة إنشاء جدول على النحو التالى :

النقطة	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	ح	مجـ س،ص
الاحداثى الشرقى(س)	١,٢	١,٨	٢,٧	٣,٧	٢,٣	٣,٦	٣,٢	٢,٩	٢١,٤ =
الاحداثى الشمالى(ص)	٤,٠	٣,٢	٣,٠	٣,٢	٢,٢	٢,١	١,٧	١,٠	٢٠,٤ =
عدد النقاط= ٨	مجموع س = ٢١,٤					مجموع ص = ٢٠,٤			

نحصل على المتوسط بالنسبة للمحور الشرقى (السينى) وهو فى هذه الحالة عبارة عن :

$$\frac{\text{مجـ س}}{\text{ن}} = \frac{٢١,٤}{٨} = ٢,٦٧٥$$

ويعنى ذلك بمجموع الأبعاد مقسوما على عدد النقاط (ن) وبنفس الطريقة يمكن حساب المتوسط على المحور الصادى (الشمالى) :

$$\frac{\text{مجـ ص}}{\text{ن}} = \frac{٢٠,٤}{٨} = ٢,٥٥$$

ومن هاتين القيمتين على المحورين الشرقى والشمالى نقيم عمودين وتكون نقطة التقائهما هى الوسط الجغرافى لهذه المجموعة من النقاط. وليس من الضرورى أن تكون الاحداثيات صوب الشرق والشمال إنما يمكن أن تكون فى أى اتجاه مثل الجنوب الشرقى والشمال الغربى مثلا والمسالتان اللتان يجب مراعاتهما عند حساب الوسط الجغرافى هما :

(١) يجب أن تكون محاور الاحداثيات متعامدة على بعضها أو بمعنى آخر أن تكون الزاوية المحصورة بين المحور الشرقى والشمالى فى حالة المثال زاوية قائمة.

(٢) أن تكون الوحدات المستخدمة للقياس على جانبى المحورين هى نفسها بمعنى الا يكون المحور الافقى مقسما بوحدات تختلف عن المحور الرأسى سواء فى معيارها وأطوالها.

ويمكن اعتبار نقطة الوسط الجغرافى بمثابة موقع جذب للتوزيع المكانى القائم على الخريطة أى هى النقطة التى يتحقق عندها التوازن بين توزيع النقاط على الجانبين.

تطبيق :

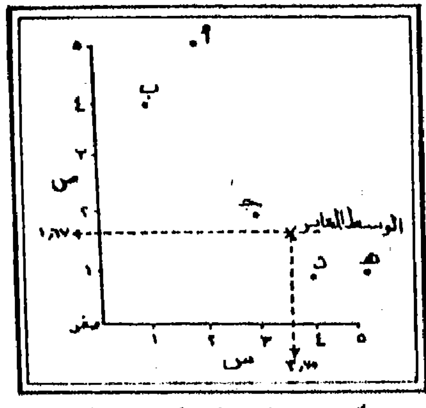
أحسب الوسط الجغرافى لمجموعة من النقاط توزيعها كالتالى من حيث أبعادها عن المحورين السينى والصادى :

س :	٢	٤	٥	٥	٧	١٠	١٠	١٥	٢٠	٢٥
ص :	١٠	١٦	٥	٨	١٤	٥	١٩	١١	١٥	١٠

(النتيجة ١٠,٣ ، ١١,٠)

(٢) الوسط الجغرافى المعاير :

عندما حسب الوسط الجغرافى كانت كل نقطة تعتبر معادلة أو مساوية لغيرها من النقاط، وهذا أمر صعب فى كثير من التوزيعات الجغرافية حيث لا تتساوى أقدار المدن أو القرى أو أى ظاهرات أخرى ومن ثم فلابد أن تعطى كل نقطة وزنها الحقيقى عند حساب الوسط. فاذا كان لدينا خمسة مصانع للنسيج تنتج كميات متفاوتة وموزعة على رقعة جغرافية معينة ونريد حساب نقطة الوسط بينها آخذين فى الاعتبار اختلاف اقدارها استنادا الى ما ينتجه كل منها فانه لابد من اعطاء كل مصنع منها وزنه حسب انتاجه ولذا يصبح لدينا الشكل التالى :



شكل (٢) الوسط الجغرافى المعاير

وبناء على ذلك يمكن إقامة الجدول التالى :

النقطة	الاحداثيات		المعيار	الاحداثيات بعد المعايره	
	س	ص	ك	س × ك	ص × ك
أ	٢	٥	٨	١٦	٤٠
ب	١	٤	٥	٥	٢٠
جـ	٣	٢	١٠	٣٠	٢٠
د	٤	١	٤٢	١٦٨	٤٢
هـ	٥	١	٢٠	١٠٠	٢٠
عدد النقاط (٥) المجموع			٨٥	٣١٩	١٤٢

ولذا فإن المصنع جـ مثلا ينتج ضعف المصنـع (ب) وبالتـالى فتأثيره النهـائى على الوسط الجغرافى يكون أيضا ضعف تأثير المصنع (ب)، وللحصول على الوسـط المعاير يطبق القانون التالى أولا لكى نحصل على النقطتين الوسـيطتين علـى الاحداثـى الأفقى والرأسى.

$$\frac{\text{مجـ س ك}}{\text{مج ك}} \quad ، \quad \frac{\text{مجـ ص ك}}{\text{مجـ ك}}$$

$$= \frac{٣١٩}{٨٥} \quad ، \quad \frac{١٤٢}{٨٥}$$

= ٣,٧٥ ، ١,٦٧ على الترتيب

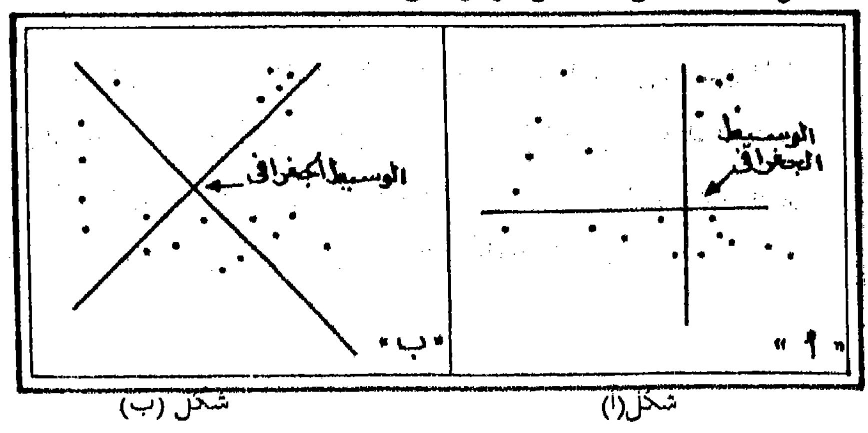
ويمكن ملاحظة اختلافه عن الوسـط الجغرافى العـادى مـن نـاحيتين الأولى تتمثل فى ضرب (معايرة) كل نقطة فى قيمتها الفعلية والثانية فى قسمة النـاتج على مجموع القيم التى تمت المعايرة بها (بمجموع ك) وتسمى هذه القيم الأوزان لأنها تظهر مدى الاختلاف فى ثقل أو وزن كل نقطة بالنسبة للنقاط الأخرى.

ومن خلال القيمتين السابقتين تحدد نقطة الوسط الجغرافى المعايرة على أساس الأهمية النسبية لكل نقطة من النقاط السابقة حسب حجمها السكانى وأبعادها عن الاحداثيين الشمالى والشرقى.

(٣) الوسيط الجغرافى :

وهو يماثل الوسيط الحسابى أو الاحصائى الذى سبقت الاشارة اليه فالوسيط يعرف إحصائيا بانه القيمة التى تقسم مجموعة البيانات موضع الدراسة إلى قسمين أحداهما أكبر منها والاخرى أصغر منها، وعلى ذلك فان الوسيط الجغرافى هو الموقع الذى تتناثر نصف عدد النقاط الى الشمال منه والنصف الآخر فى جنوبه وكذلك النصف شرقه والنصف الآخر غربه.

ويبين الشكلان أ، ب الوسيط الجغرافى حيث توزعت فى الشكل أ منه عشر نقاط شرق الوسيط وعشر أخرى غربه كذلك تنقسم النقاط بين الشمال والجنوب بنفس الأعداد والميزة فى الوسيط الجغرافى أن الحصول عليه لا يتطلب عمليات حسابية إنما هو مجرد رسم خط أفقى تماما يقسم توزيع النقاط الى قسمين متساويين ثم رسم خط رأسى أو عمودى يقسمها بنفس الطريقة، ولذلك يمكن الحصول عليه بسرعة، ولكن عيبه أن موقعه يعتمد على نقطة البداية التى تقام منها الاعمدة أو الخطوط. ويبين الشكل رقم (ب) الوسيط الجغرافى لنفس التوزيع الموجود فى أ ولكن فى هذه المرة رسمت الخطوط مائلة فتغير موقع الوسيط بالرغم من احتفاظه بنفس الخصائص الموجودة فى أ.



شكل (ب) شكل(أ)

ولا شك أن استخدام الوسيط الجغرافى فى هذا لا يطبق الا فى الابحاث والدراسات الجغرافية الأولية والتى تعد بسرعة وليس فى الدراسات التى تقتضى الدقة.

وهناك طريقة أخرى لحساب الوسيط الجغرافى اتبعتها المدرسة الامريكية عند تطبيق الاساليب الكمية فى الجغرافيا ويسمى الوسيط فيها نقطة الحد الادنى من السفر، ويعنى أنه الموقع الذى تبلغ عنده المسافات التى تصله بالنقاط الأخرى أقل طول لها. ويمكن تحديد موقع هذه النقطة بالمحاولة والخطأ، وبمجرد النظر بحيث تختار نقطة أو نقطتين أو ثلاث وتقاس المسافات التى تفصل كل واحدة منها عن باقى النقاط وفى النهاية ستكون النتيجة أن إحدى هذه النقاط ستحقق أقل مسافات ممكنة ويلاحظ اقتراب نقطتا الوسط والوسيط الجغرافى كثيرا من نقطة الحد الأدنى من السفر.



الفصل الخامس

التباين والانتشار

أولاً : مقاييس التباين :

١ - المدى.

٢ -الانحراف عن المتوسط.

٣ - التباين.

٤ - الانحراف المعيارى.

٥ - معامل الاختلاف.

ثانياً : مقاييس الانتشار :

١ - الربيع الجغرافى.

٢ - معامل الانتشار.

٣ - الانتشار حول موقع معين.

٤ - المسافة المعيارية.

٥ - مقياس أقرب جار أو صلة الجوار.



الفصل الخامس

التباين والانتشار

اولاً : مقاييس التباين

تهتم مقاييس التشتت بالتعرف على مقدار انتشار البيانات أو القيم. فالمتوسط وحده لا يكفى لتقديم فكرة دقيقة عن مجموعة بيانات من حيث طبيعة توزيعها. فعلى سبيل المثال قد توجد مجموعتان من القيم لهما نفس المتوسط ولكن يختلف تشتتهما، وفى بعض الاحيان يكون حساب المتوسط لا معنى له فإذا كان لدينا فى مصر مثلا ٣٠ مدينة تتراوح أحجامها السكانية بين ٥٠ ألف نسمة، ٦ ملايين نسمة فان حساب المتوسط أو الوسيط فى هذه الحالة لن تكون له دلالة كبيرة ولذا تستخدم نوعية أخرى من المقاييس للتعرف على درجة انتشار البيانات أو تشتتها هى:-

(١) المدى : – Range

وهو أبسط المقاييس لمعرفة درجة انتشار البيانات ويقصد به الفرق بين أكبر القيم وأقلها فى توزيع مكانى أو غير مكانى فإذا كان لدينا مجموعة من القيم على النحو التالى :

٥، ٨، ٧، ٩، ١١

فان المدى يصل إلى ١١ – ٥ = ٦

ويلاحظ أن المدى كمقياس للتشتت له عيوب هى أنه لايستخدم من القيم سوى قيمتين فقط، كما تتأثر قيمته بالحد الأقصى والاعلى لتوزيع القيم أى أنه إذا كان لدينا عدد من القيم يبلغ ١٠٠، والمدى فيها يتراوح بين ٥، ٨٠ أى يساوى ٧٥ فإنه من الممكن أن تكون ٩٩ قيمة منها تقع بين ٢٠، ٨٠ وقيمة واحدة هى التى تبلغ ٥.

(٢) الانحراف عن المتوسط : Mean deviation

إذا كانت هناك مجموعة من القيم تمثل توزيع عدد الأطفال فى عشر أسر على النحو التالى :

٥، ٣، ٢، ٥، ٦، ٨، ٥، ١، ٤، ٣

فان متوسط عدد أفراد الإسرة يكون ٤,٢ فرد، والمدى يتراوح بين ١، ٨ أو يساوى ٧ فكيف يمكننا التعرف على مدى التشتت فى هذه القيم بصورة افضل؟ يأتى ذلك بحساب الإنحراف عن المتوسط كما يلى :

(القيم)	الإنحرافات عن الوسط الحسابى	
س	(س - سَ)	حَ (الانحراف)
٥	(٥-٤,٢)	٠,٨
٣	(٣-٤,٢)	-١,٢
٢	(٢-٤,٢)	-٢,٢
٥	(٥ - ٤,٢)	٠,٨
٦	(٦-٤,٢)	١,٨
٨	(٨-٤,٢)	٣,٨
٥	(٥-٤,٢)	٠,٨
١	(١-٤,٢)	-٣,٢
٤	(٤-٤,٢)	-٠,٢
٣	(٣-٤,٢)	-١,٢
المجموع ٤٢	مجموع الانحرافات الموجبة +٨ مجموع الانحرفات السالبة - ٨	

يلاحظ أن مجموع انحرافات القيم عن متوسطها الحسابى لابد أن يساوى صفراً، والانحراف عن المتوسط ما هو إلا مجموع انحرافات القيم عن وسطها الحسابى بغض النظر عن الاشارة موجبة أو سالبة مقسوما على عددها، وفى حالة المثال السابق يكون : $\frac{١٦}{١٠}$ = ١,٦ ويمكن أن يحسب بتطبيق أحدى المعادلتين :

$$\frac{مجـ\ ح}{ن} \quad أو \quad \frac{مجـ|س - سَ|}{ن}$$

وكلتا الصيغتين تحقق نفس الغرض طالما أهملت الاشارات.

ويتميز الانحراف عن المتوسط بكونه مقياساً بسيطاً في حسابه وفهمه بجانب بلورته لمدى تشتت مجموعة من القيم آخذا في إعتباره قيمة كل رقم منها ورغم هذا فقلما يستخدم في الجغرافيا ربما لأنه يقدم من خلال مقياسين آخرين أكثر شيوعاً هما التباين والانحراف المعياري.

(٣) التباين : Variance

وهو من المقاييس الهامة المطبقة في الدراسات الجغرافية على نطاق واسع لأنه يظهر درجة التفاوت في توزيع ظاهرة ما مكانياً، ويمكن أن يستخدم التباين في قياس التفاوت في توزيع ظاهرة واحدة بين الاقاليم الجغرافية في وقت معين، بمعنى إذا كان الجغرافي يريد معرفة درجة التباين في توزيع احجام سكان المدن في الدلتا والوجه القبلي مثلا أو التباين في توزيع العاملين بالصناعة في أقسام محافظة الاسكندرية والقاهرة يمكنه استخدام هذا المقياس. أو قد يستخدم في تتبع مدى اختلاف الظاهرة الواحدة في مجموعة من المناطق الجغرافية خلال فترات زمنية مختلفة كأن تحسب درجة التباين في توزيع الاميه عام ١٩٦٠ مثلا بين مراكز إحدى المحافظات ثم نقارنها بالتباين في عام ١٩٧٦ لتوضيح مقدار التكافؤ بين المراكز المختلفة في حصولها على نصيب من الخدمات التعليمية خلال الفترة بين ١٩٦٠، ١٩٧٦.

ويمكن تعريف التباين بأنه مجموع مربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابي مقسوما على عددها، ونلجأ عادة لتربيع الانحرافات للتخلص من الاشارات السالبة فيها، وهو اسلوب شائع جداً لدرجة أنك إذا سألت جغرافيا عن النموذج الذي يرمي لاستخدامه سيرد عليك أنني لم أختر نموذجا محدداً. وإنما طبقت تحليلاً للتباين. وتختلف الطرق المستعملة لقياس التباين فمنها على سبيل المثال التصنيفات وتحليل التمايز Discriminant Analysis المستخدم للفصل بين المجتمعات الاحصائية المتداخلة.

ويمكن حساب التباين للارقام المطلقة والنسبية وللبيانات المبوبة وغير المبوبة أي التي تأخذ صورة تكرارات أو أرقام مطلقة وفيما يلي أمثلة على ذلك.

مثال :

إذا كانت النسب التالية تمثل درجة الاستغلال الزراعي للارض في مراكز محافظة اسوان في عامي ١٩٦١، و١٩٩١ فيمكن حساب التباين لها على النحو التالي :

المركز	النسبة ٪ عام ١٩٦١	الانحرافات	النسبة عام ١٩٩١	الانحرافات	مربع ١٩٦١	مربع ١٩٩١
ادفو	٨٢	+٢٧	٨٣	-٢	٧٢٩	٤
كوم أمبو	٤٩	-٦	٨٨	+٣	٣٦	٩
نصر	٤٣	-١٢	٨٩	+٤	١٤٤	١٦
اسوان	٤١	-١٤	٦٧	-١٨	١٩٦	٣٢٤
المتوسط العام	٪٥٥		٨٥	-	١١٠٥	٣٥٣
المتوسط الاحصائي	٪٥٣,٧٥		٪٨١,٧٥			

وعلى ذلك يكون التباين في عام ١٩٦١ = مجـ ح٢ / ن = ١١٠٥ / ٤ = ٢٧٦,٢٥

أما التباين في عام ١٩٩١ فيساوي = مجموع مربعات الانحرافات / عدد القيم = ٣٥٣ / ٤ = ٨٨,٢٥

ومن الواضح أن درجة التباين في استغلال الارض اقتصادياً كانت أكبر في التاريخ الأول منها في التاريخ الثاني. ويمكن من خلال الجدول السابق ملاحظة أن انحرافات القيم عن المتوسط العام في المحافظة لا تساوي صفرا، وذلك لوجود فرق بين المتوسط الإحصائي إذا حصلنا عليه بجمع نسب المراكز المختلفة وقسمتها على عددها وبين الحصول على نسبة استغلال الارض في المحافظة ككل لأن النسبة العامة في المحافظة يمكن أن تتأثر باختلاف توزيع المساحات بين المراكز، بمعنى إذا كان لديك واحداً من هذه المراكز يضم نصف مساحة المحافظة فإن نسبة استغلال أراضيه ستؤثر بلا شك على النسبة العامة السائدة في المحافظة كلها إذا ارتفعت ترتفع معها وعند انخفاضها تتأثر بها.

أما إذا حسب المتوسط الاحصائى فإن النتيجة لابد وأن تساوى صفرا، فالمتوسط الإحصائى يمكن الحصول عليه بجمع النسب وقسمتها على عددها فيكون فى عام ١٩٦١ يساوى ٥٣,٧٥٪ بينما نسبة الاستغلال فى المحافظة ٥٥٪، وكذلك فان متوسط عام ١٩٩١ يساوى ٨١,٧٥٪ على حين أن نسبة الاستغلال فى المحافظة ٨٥٪، والتباين فى هذه الحالة يمكن أن يطلق عليه التباين الجغرافى لأنه يقيس درجة الاختلاف فى توزيع ظاهرة (معينة) فى فترتين مختلفتين بعدا عن المتوسط العام لها فى إطار المساحة الكلية والتى تتألف من الوحدات الأصغر، وهو أفضل من قياس التباين استنادا إلى المتوسط الحسابى للنسب لأن هذا الاخير لا يعكس درجة اسهام الوحدات المساحية فى النسبة العامة.

وقد يحسب التباين فى توزيع الأمية بين مراكز محافظات الجمهورية المختلفة فى سنة معينة مثلا ليبين مدى التجانس والاختلاف فى توزيع هذه الظاهرة بين المراكز فى كل محافظة أو قد تحسب درجة التباين فى توزيع الأمية بين محافظات الحضر والوجه البحرى والقبلى على النحو التالى :

المحافظة	نسبة الأمية	المحافظة	نسبة الأمية	المحافظة	نسبة الأمية
القاهرة	٣٤,٠	الدقهلية	٥٧,٥	الجيزة	٥١,٦
الاسكندرية	٣٦,٩	الشرقية	٦١,٩	بنى سويف	٦٨,١
بور سعيد	٣٥,٨	القليوبية	٥٣,٩	الفيوم	٧٢,٠
السويس	٤٢,٨	كفر الشيخ	٧٠,٤	المنيا	٦٩,٠
دمياط	٤٩,٩	الغربية	٥٥,٤	اسيوط	٦٨,٣
جملة الحضر	٤٢,٧	المنوفية	٥٨,٥	سوهاج	٧٠,٣
		البحيرة	٦٦,٦	قنا	٧١,٣
		الاسماعيلية	٥٠,٩	اسوان	٥٥,٨
		جملة وجه بحرى	٥٦,١	جملة وجه قبلى	٦٥,٦

أولاً : تباين المجموعة الأولى فى محافظات الحضر :

المتوسط الحسابى = مجموع نسب الأمية / عدد المحافظات = ١٩٩,٤ / ٥ = ٣٩,٨٨ = ٣٩,٩ تقريبا .

				مربع الإنحرافات
الانحرافات:	القاهرة	٣٤,٠ - ٣٩,٩	= - ٥,٩	٣٤,٨١
	الاسكندرية	٣٦,٩ - ٣٩,٩	= - ٣,٠	٩,٠٠
	بورسعيد	٥٣,٨ - ٣٩,٩	= ٤,١	١٦,٨١
	السويس	٤٢,٨ - ٣٩,٩	= ٢,٩	٨,٤١
	دمياط	٤٩,٩ - ٣٩,٩	= ١٠,٠	١٠٠,٠٠
				١٦٩,٠٣

التباين = ١٦٩,٠٣ / ٥ = ٣٣,٨

ويمكن تطبيق نفس الاسلوب لحساب تباين محافظات الوجهين البحرى والقبلى لتكون النتائج ٣٦,٢، ٥٣,٧٥ على الترتيب.

وهكذا يبدو أن التجانس فى ترتيب نسب الأمية يظهر واضحا فى محافظات الحضر يليها الوجه البحرى ثم الوجه القبلى الذى تظهر قيمة التباين فيه مرتفعة.

وقد يحسب التباين بطريقة أخرى فى هذه الحالة الأخيرة بالذات فبدلا من الحصول على انحراف كل قيمة عن المتوسط الحسابى ثم تربيع الانحرافات يمكن الحصول على مربع كل قيمة ثم جمعه واستخدام المعادلة التالية :

$$\text{التباين } (ع^{2}) = \frac{\text{مجـ } س^{2}}{ن} - \left(\frac{\text{مجـ } س}{ن}\right)^{2}$$

ويعنى هذا الحصول على مجموع مربعات القيم ثم يربع مجموع القيم ويقسم على عددها مع قسمة كل ذلك فى النهاية على عدد القيم ويوضح المثال التالى ذلك :

القيم (س)	٥	٣	٢	٥	٦	٨	٥	١	٤	٣	= ٤٢
مربعها ($س^2$)	٢٥	٩	٤	٢٥	٣٦	٦٤	٢٥	١	١٦	٩	= ٢١٤

$$\text{التباين} = \frac{\text{٢١٤}}{\text{١٠}} - \left(\frac{\text{٤٢}}{\text{١٠}}\right)^2 =$$

$$= \text{٢١,٤} - (\text{٤,٢})^2 = \text{٢١,٤} - \text{١٧,٦٤} = \text{٣,٧٦}$$

ويلاحظ أن الشق الثانى من المعادلة الواقع بعد الإشارة ما هو إلا مربع المتوسط الحسابى للقيم ويمكن أيضا حساب التباين بهذه الصورة :

$$ع^2 = \frac{\text{مجـ}(س - \bar{س})^2}{ن}$$

حيث نشير س/ الى قيمة المتوسط الحسابى للارقام، وفى هذه الحالة عليك الحصول على مجموع مربعات إنحرافات كل قيمة عن الوسط الحسابى ثم تقسمه على عدد القيم الواردة فى مجموعة البيانات كما يلى :

القيم	٥	٣	٢	٥	٦	٨	٥	١	٤	٣	
المتوسط	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	٤,٢	
الانحراف	٠,٨	١,٢	٢,٢	٠,٨	١,٨	٣,٨	٠,٨	٣,٢	٠,٢	١,٢	
المربع	٠,٦٤	١,٤٤	٤,٨٤	٠,٦٤	٣,٢٤	١٤,٤٤	٠,٦٤	١٠,٢٤	٠,٤	١,٤٤	= ٣٧,٦

وبتطبيق القانون السابق تكون النتيجة

$$ع^2 = \frac{\text{٣٧,٦}}{\text{١٠}} = \text{٣,٧٦}$$ وهى ذات القيمة السابقة

– حساب التباين من الجدول التكرارية :

يمكن الحصول على التباين من جدول التوزيع التكرارى بنفس الطريقة التى يتم حساب المتوسط بها حيث نحصل على مراكز الفئات والانحرافات عن الوسط الفرضى وتربع الانحرافات وتضرب فى التكرارت ويطبق القانون بعدها على النحو التالى :

الفئات	التكرار	م	ح	ح × ك	ح²ك
٢ -	٧	٣	-٦	- ٤٢	٢٥٢
٤ -	٨	٥	- ٤	- ٣٢	١٢٨
٦ -	٩	٧	- ٢	- ١٨	٣٦
٨ -	٦	٩	صفر	صفر	صفر
١٠ -	٤	١١	+ ٢	٨	١٦
١٢ -	٢	١٣	+ ٤	٨	٣٢
١٤ -	٤	١٥	+ ٦	٢٤	١٤٤
	٤٠			- ٩٢	٦٠٨
				+ ٤٠	
				- ٥٢	

$$\text{ع}^2 \text{ (التباين)} = \frac{\text{مجـ ح}^2\text{ك}}{\text{مجـ ك}} - \left(\frac{\text{مجـ ح ك}}{\text{مجـ ك}}\right)^2$$

وبالتطبيق على المثال السابق :

$$\text{التباين (ع)}^2 = \frac{٦٠٨}{٤٠} - \left(\frac{-٥٢}{٤٠}\right)^2 = ١٥,٢ - (-١,٣)^2$$

$$= ١٥,٢ - ١,٦٩ = ١٣,٥١$$

وفى هـذا الجـدول يمكـن أيضـا تطبيـق الانحرافـات المختصـرة التـى سـبقت الاشارة اليها عند حساب المتوسط الحسابى مع تعديل طفيف فى القانون تضرب من خلاله القيمة الناتجة فى الجزء الأخير من المعادلة فى مربـع القيمـة التـى تمـت القسـمة عليها وهى عادة تساوى طول الفئـة (٢ فـى هـذه الحالـة) وتكـون صيغـة القـانون :

$$ع^2 = \frac{مجـ\ حَ^2\ ك}{مجـ\ ك} - \left(\frac{مجـ\ حَ\ ك}{مجـ\ ك}\right)^2 \times ل^2$$

ويتطلب ذلك الحصول على مجـ حَ ك بإضافة عمود جديد للجدول السابق نقسم فيه كل قيمة من قيم الانحرافات على ٢ لتصبح قيم حَ كالتالى : -٣، -٢، -١ ثم +١، +٢، +٣ وبضرب هذه الانحرافات المختصرة فى التكرارات نحصل على -٢١، -١٦، -٩ ثم +٤، +٤، +١٢ وعليه تكون نتيجة مجموع القيم السالبة -٤٦ والموجبة ٢٠ والفرق = - ٢٦ وبعدها يطبق القانون :

$$ع^2 = \frac{٦٠٨}{٤٠} - \left(\frac{-٢٦}{٤٠}\right) \times (٢)^2 = ١٥,٢ - ٠,٤٢٢٥ \times ٤$$

$$= ١٥,٢ - ١,٦٩ = ١٣,٥١$$

ومعنى ذلك ببساطة أن التباين هو :

" مجموع مربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابى مقسوما على مجموع التكرارات فى القسم الأول من القانون ويطرح منه مجموع انحرافات القيم عن الوسط الحسابى مقسوما على مجموع التكرارات مضروبا فى نفسه".

ويبين الجدول التالى توزيع المدن المصرية التى يزيد حجمها عن ٥٠ ألف نسمة فى تعداد ١٩٨٦ حسب أعداد سكانها فى فئات وذلك فى كل من الوجهين البحرى والقبلى والمطلوب حساب التباين فى هذا التوزيع بين الوجهين وفى الجمهورية كلها:

فئات الحجم	٥٠ -	١٠٠ -	١٥٠ -	٢٠٠ -	٢٥٠ -	المجموع
وجه بحرى	١٧	٣	٢	٢	٦	٣٠
وجه قبلى	١١	١	٣	١	١	١٧
مجموع المدن	٢٨	٤	٥	٣	٧	٤٧

تباين المجموعة الأولى :

الفئات	التكرارات (ك)	مركز الفئة م	الانحرافات (ح)	حَ(÷٥٠)	حَ × ك	حَ٢ × ك
٥٠ -	١٧	٧٥	- ١٠٠	- ٢	- ٣٤	+ ٦٨
١٠٠ -	٣	١٢٥	-٥٠	-١	-٣	+٣
١٥٠ -	٢	١٧٥	صفر	صفر	صفر	صفر
٢٠٠ -	٢	٢٢٥	+ ٥٠	+١	+٢	+٢
٢٥٠ -	٦	٢٧٥	+١٠٠	+٢	+١٢	+٢٤
المجموع	٣٠				- ٣٧ + ١٤ - ٢٣	٩٧

$$\text{ع}^{2} = \frac{\text{مجـ حَ}^{2}\text{ك}}{\text{مجـ ك}} - \left(\frac{\text{مجـ حَ ك}}{\text{مجـ ك}}\right)^{2} \times \text{ل}^{2}$$

$$= \frac{٩٧}{٣٠} - \left(\frac{-٢٣}{٣٠}\right)^{2} - (٥٠)^{2}$$

$$= ٣,٢ - ٠,٥٨٧ \times (٥٠)^{2} = ٢,٦ \times ٢٥٠٠ = ٦٥٠٠$$

وهكذا يمكن حساب تباين المجموعة الثانية :

ويعتبر التباين مقياسا إحصائياً له قيمة كبيرة خاصة عندما تريد معرفة مقدار الاختلاف فى بيانات عينة أو أكثر ويعرف هذا إحصائياً بتحليل التباين.

٤ - الانحراف المعيارى : Standard Deviation

" هو عبارة عن الجذر التربيعى للتباين سواء كان محسوبا للقيم المطلقة أو للارقام الموضوعة فى جداول تكرارية ويفضل التباين فى استخدامه لأن قيمته عادة ما تكون صغيرة وخصوصا فى حالة كبر الارقام التى تهدف الى التعرف على مدى

تشتتها حيث يودى الاكتفاء بحساب التباين فى هذه الحالات للحصول على أرقام كبيرة ولذا نحصل على الجذر التربيعي له فيقدم قيمة أصغر.

ويكون حساب الانحراف المعيارى من القيم غير المبوبة فى جداول تكرارية بنفس الطريقة التى حسب بها التباين مع اضافة الوصول الى الجذر التربيعى فى النهاية على النحو التالى :

إذا كان الجدول التالى يبين متوسطات انتاج بعض المحاصيل فى مراكز محافظة اسوان بين عامى ١٩٧٨ - ١٩٨١ والمطلوب حساب درجات الانحراف المعيارى فى انتاج المحاصيل المختلفة.

المنطقة	القمح (ارادب)	الذرة الرفيعة (ارادب)	الذرة الشامية (ارادب)	قصب السكر (بالطن)
ادفو	٦,٢	٩,٣	٨,١	٣٤,٢
كوم امبو	٦,٦	٩,٨	٨,٧	٣٣,٩
نصر	٥,٥	٣,٦	٤,٧	٢٦,٤
اسوان	١١,١	١١,٥	١١,٦	-
وادى عبادى	٦,٠	٣,٦	٣,٥	٣٥,٢
المتوسط العام للمحافظة	٦,٤	٧,٥	٦,٦	٣٢,٨

ولحساب الانحراف المعيارى نحصل على الانحرافات فى كل محصول عن المتوسط العام للمحافظة مع ملاحظة أنه لا يمثل المتوسط الإحصائى الناتج عن قسمة مجموع متوسطات إنتاجية الفدان فى كل المراكز على عدد المراكز وإنما يمثل المتوسط العام للمحافظة كلها الناتج عن قسمة مجموع الإنتاج لكل محصول على المساحة المزروعة به ثم تنتقل بعد ذلك للخطوة التالية وتربع فيها الانحرافات وتجمع نحصل الجذر التربيعى لكل محصول على حدة وسنشير الى الانحرافات عن المتوسط فى المحصول الأول بالرمز ح١ والثانى ح٢ والثالث ح٣ والرابع ح٤.

المنطقة	ح^١	ح$_١^٢$	ح^٢	ح$_٢^٢$	ح^٣	ح$_٣^٢$	ح^٤	ح$_٤^٢$
ادفو	-٠,٢	٠,٠٤	+١,٨	٣,٢٤	+١,٥	٢,٢٥	+١,٤	١,٩٦
كوم امبو	+٠,٢	٠,٠٤	+٢,٣	٥,٢٩	+٢,١	٤,٤١	+١,١	١,٢١
نصر	+٠,٩	٠,٨١	- ٣,٩	١٥,٢١	-١,٩	٣,٦١	-٦,٤	٤٠,٩٦
اسوان	+٤,٧	٢٢,٠٩	+٤,٠	١٦,٠	+٥,٠	٢٥,٠٠	-	-
وادى عبادى	-٠,٤	٠,١٦	٣,٩	١٥,٢١	-٣,١	٩,٦١	-٧,٦	٥٧,٧٦
المجموع		٢٣,١٤		٥٤,٩٥		٤٤,٨٨		١٠١,٨٩

وبتطبيق القانون $\sqrt{\frac{\text{مجـ ح}^2}{\text{ن}}}$ يمكن الحصول على الانحراف المعيارى لكل محصول من المحاصيل الأربعة، وتكون النتائج كالتالى :

نوع المحصول	الانحراف المعيارى	نوع المحصول	الانحراف المعيارى
القمح	٢,١٤	الذرة الشامية	٣,٠
الذرة الرفيعة	٣,٣٢	قصب السكر	٥,٠٤

ويلاحظ أنه لا يمكن مقارنة الإنحراف المعيارى للقصب ببقية المحاصيل لأن وحدة القياس المستخدمة فيه تختلف عن المحاصيل الثلاثة الأخرى، ونخلص لنتيجة مؤداها أن الأنحراف المعيارى فى توزيع الإنتاجية بين هذه المناطق أعلى ما يكون فى حالة محصول الذرة الرفيعة، ويليها الذرة الشامية ثم فى النهاية القمح الذى تميل متوسطات إنتاجيته للتجانس.

كذلك يمكن حساب الإنحراف المعيارى لتوزيع ظاهرة معينة مكانيا فى تاريخين مختلفين ويقارن بين النتائج فى الحالتين، وبناء عليه يظهر مدى التكافؤ فى توزيع العوامل المسئولة عن الظاهرة فى الوحدات الإقليمية، ولا يضاح ذلك يمكن حساب الانحراف المعيارى فى توزيع نسب الأمية فى مراكز محافظة أسوان من الجدول التالى:

المنطقة	النسبة عام ١٩٦٠	ح	ح٢	النسبة عام ١٩٧٦	ح	ح٢
ادفو	٦٨,٧	+ ٧,٥	٥٦,٣	٦٢,٠	+٦,٢	٣٨,٤٤
كوم امبو	٧١,٢	+١٠,٠	١٠٠	٦٦,٤	+١٠,٦	١١٢,٣٦
نصر	٤٢,٨	-١٨,٤	٣٣٨,٦	٥٢,٦	-٣,٢	١٠,٢٤
اسوان	٥٦,٢	- ٥,٠	٢٥,٠	٤٩,٤	-٦,٤	٤٠,٩٦
مدينة اسوان	٣٢,٦	-٢٥,٦	٦٥٥,٤	٣٦,٢	-١٩,٦	٣٨٤,١٦
متوسط المحافظة	٦١,٢		١١٧٥,٣	٥٥,٨		٥٨٦,١٦

وتكون قيم الإنحراف المعيارى لتوزيع الأمية عام١٩٦٠ = $\sqrt{١١٧٥,٣}$ = ٣٤,٢،
وفى عام ١٩٧٦ = $\sqrt{٥٨٦,١٦}$ = ١٠,٨٣

ويبدو من هذه القيم أن درجة الانحراف فى توزيع الامية بين مراكز المحافظة فى عام ١٩٧٦ أصبحت أقل بما يشير إلى أن توزيع الخدمات التعليمية أصبح أكثر ميلا للتكافؤ بين المراكز عام ١٩٧٦ عنه فى ١٩٦٠ والذى ظهرت فيه درجة الانحراف بصورة أكبر، ويمكن التوسع بحساب الانحراف المعيارى فى توزيع الامية بين الذكور والاناث فى التاريخين ومعرفة مدى التجانس أو التباين فى التوزيع الجغرافى لكل منها فى فترتين أو أكثر من ذلك.

ويحسب الانحراف المعيارى أحيانا بطريقة أخرى إذا كانت الارقام بسيطة وذلك على النحو التالى :-

الارقام (القيم) ٣ ، ٢، ١، ٢، ٣، ٤، ٣، ٧، ٦، ٥ = ٣٦

وفى هذه الحالة نحصل على مربعات القيم مباشرة كما يلى :

س٢ : ٩، ٤، ١، ٤، ٩، ١٦، ٩، ٤٩، ٣٦، ٢٥ = ١٦٢

ويطبق القانون التلى : -

ع (الانحراف المعيارى) $\sqrt{\frac{\text{مج س}^2}{\text{ن}} - \text{س}'^2}$

وعلى ذلك تكون قيمة ع = $\sqrt{\frac{١٦٢}{١٠} - (٣,٦)^٢} = \sqrt{٣,٢٤} = ١,٨$

ولا يقتصر استخدام الانحراف المعيارى على الجوانب البشرية فى الجغرافيا وإنما يمكن حسابه فى الجغرافيا الطبيعية فإذا كانت لدينا كميات المطر السنوى بالسنتيمتر فى مدينتين خلال الفترة من ١٩٧٢ الى عام ١٩٨١ يمكن حساب الانحراف المعيارى لها على النحو التالى :

السنة	المدينة الأولى		المدينة الثانية	
	الكمية	مربع الكمية	الكمية	مربع الكمية
١٩٧٢	١٢٥	١٥٦٢٥	١٦٠	٢٥٦٠٠
١٩٧٣	١٢٨	١٦٣٨٤	٨٤	٧٠٥٦
١٩٧٤	١٣٢	١٧٤٢٤	١٣٩	١٩٣٢١
١٩٧٥	١٢٧	١٦١٢٩	١٨٧	٣٤٩٦٩
١٩٧٦	١٢٠	١٤٤٠٠	١٢٨	١٢٦٣٨٤
١٩٧٧	١٢٣	١٥١٢٩	٦٧	٤٤٨٩
١٩٧٨	١٣٥	١٨٢٢٥	٩٧	٩٤٠٩
١٩٧٩	١٢٣	١٥١٢٩	١٠٠	١٠٠٠٠
١٩٨٠	١١٨	١٣٩٢٤	٨٣	٦٨٨٩
١٩٨١	١٢٢	١٤٨٨٤	٦٩	٤٧٦١
الجملة	١٢٥٣	١٥٧٢٥٣	١١١٤	١٣٨٨٧٨

وتظهر المتوسطات أن المدينة الأولى اعلى قليلا من الثانية من حيث متوسطها الحسابى (١٢٥,٣ سم٣ مقابل ١١١,٤ سم٣).

أما إذا حسب الانحراف المعيارى فسيعطى نتيجة مختلفة الى حد ما وذلك على النحو التالى :

$$ع = \sqrt{\frac{مجـ س^2}{ن} - \left(\frac{مجـ س}{ن}\right)^2}$$

ففى المدينة الأولى $= \sqrt{\frac{١٥٧٢٥٣}{١٠} - \left(\frac{١٢٥٣}{١٠}\right)^2} =$

$= \sqrt{١٥٧٢٥,٣ - ١٥٧٠٠,٠٩} = \sqrt{٢٥,٢١} = ٥,٠١$

وفى المدينة الثانية $= \sqrt{\frac{١٣٨٨٧٨}{١٠} - \left(\frac{١١١٤}{١٠}\right)^2} =$

$= \sqrt{١٣٨٨٧,٨ - ١٢٤٠٩,٩٦} = \sqrt{١٤٧٧,٨٤} = ٣٨,٤٤$

وعلى ذلك فعند المقارنة بين المدينتين ستكون النتائج كالآتى :

	المتوسط	الانحراف المعيارى
المدينة الأولى	١٢٥,٣	٥,٠١
المدينة الثانية	١١١,٤	٣٨,٤٤

ويبين ذلك أهمية حساب الانحراف المعيارى حيث أن المدينة الأولى متوسطها أكبر قليلا من الثانية على حين ظهر الانحراف المعيارى فى الحالة الثانية كبيراً (أكثر من سبعة أضعاف المدينة الاولى) ومعنى ذلك أن معظم قيم المطر فى المدينة الأولى تتركز حول المتوسط بينما تتذبذب أرقام المطر فى المدينة الثانية بصورة كبيرة.

والخلاصة أنه لحساب الانحراف المعيارى لأى مجموعة من القيم غير المبوبة تتبع الخطوات التالية :

١ - توضع القيم فى صورة جدول وتربع ويجمع مربعها ويقسم على عددها.

٢ - يحسب المتوسط الحسابى للقيم ويربع.

٣ - يطرح مربع المتوسط من ناتج مجموع مربعات القيم ونحصل على جذر القيمة.

- حساب الانحراف المعيارى من الجداول التكرارية :

يختلف حساب الانحراف المعيارى من البيانات المبوبة فى جداول عن الأرقام المطلقة فى ناحيتين هما :

أ - أن الانحراف فى هذه الحالة سينصب على الارقام الموضوعة فى فئات ولذلك سيكون انحرافا عن الوسط الفرضى.

ب - أنه لابد من ضرب الناتج فى طول الفئة المستخدمة فى الجدول التكرارى.

وفيما يلى مثال لحساب الانحراف المعيارى : -

الفئة (١)	مركز الفئة (٢)	التكرار (٣)	ح (٤)	حَ (٥)	حَ ×ك (٦)	ح/٢ ك (٧)
صفر -	٥	١٠	-٢٠	-٢	-٢٠	٤٠
١٠ -	١٥	١٣	-١٠	-١	-١٣	١٣
٢٠ -	٢٥	٢٥	صفر	صفر	صفر	صفر
٣٠ -	٣٥	٢٠	+١٠	+١	+٢٠	٣٠
٤٠ -	٤٥	٨	+٢٠	+٢	+١٦	٣٢
٥٠ -	٥	٤	+٣٠	+٣	+١٢	٣٦
					-٣٣	١٤١
		٨٠			+٤٨	
					+١٥	

ويمكنك ملاحظة أن مجموع التكرارات (مجـ ك) = ٨٠، ومجموع حاصل ضرب الانحرافات المختصرة بعد قسمتها على ١٠ يساوى الفرق بين ٣٣، ٤٨ أى ١٥، وقد رمز له بالرمز مجـ ح/ك، أما مجموع حاصل ضرب مربعات الانحرافات فى التكرارات فيساوى ١٤١ ويرمز له مجـ ح/٢ ك، وبناء على ما سبق يلزم لحساب

الانحراف المعيارى من الجداول التكرارية مجـ ك، مجـ حَ ك، مجـ ح٢ك ثم ل (طول الفئة) وهو فى هذه الحالة يساوى عشرة.

وبعد ذلك تطبق المعادلة :

$$\text{ع} = \text{ل}\sqrt{\frac{\text{مجـ ح}^{2}\text{/ك}}{\text{مجـ ك}} - \left(\frac{\text{مجـ حَ ك}}{\text{مجـ ك}}\right)^{2}}$$

$$= ١٠\sqrt{\frac{١٤١}{٨٠} - \left(\frac{١٥}{٨٠}\right)^{2}} = ١٠\sqrt{١,٧٦ - ٠,٠٤}$$

$$= ١٠\sqrt{١,٧٢} = ١٠ \times ١,٣١ = ١٣,١$$

والخلاصة أنه لحساب الانحراف المعيارى من القيم التكرارية تتبع الخطوات التالية : -

(١) تحسب مراكز الفئات (عمود رقم ٢ فى الجدول).

(٢) يختار وسط فرضى مناسب من بين مراكز الفئات السابقة وهو فى الحالة السابقة (٢٥).

(٣) تحسب الانحرافات عن الوسط الفرضى لكل مراكز الفئات (ح) عمود ٤.

(٤) تختصر الانحرافات بقسمتها على طول الفئة فى التوزيع التكرارى وهى فى الجدول السابق = ١٠ لنحصل على الانحرافات المختصرة (حَ) عمود ٥.

(٥) تضرب الانحرافات المختصرة فى التكرارات على النحو المستخدم فى حساب الوسط الحسابى لنحصل على حَ ك (عمود ٦).

(٦) تربع الانحرافات فى العمود رقم ٥ ثم تضرب فى التكرارات (عمود رقم ٣) لنحصل على ح/٢ ك فى العمود رقم ٧.

(٧) تجمع العمود رقم ٣ والعمود رقم ٦ والعمود رقم ٧ لنحصل على مجـ ك، مجـ حَ ك ومجـ ح/٢ ك ويطبق القانون.

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

وللانحراف المعيارى عدة خصائص إحصائية هى :

١ - أن ٥٦٪ من القيم الواقعة فى أى توزيع تنحصر على الأقل بين المتوسط الحسابى وما يعادل مرة ونصف المرة من قيمة الانحراف المعيارى زيادة ونقصاً

٢ - أن ٧٥٪ من هذه القيم يقع بين المتوسط الحسابى وضعف قيمة الانحراف المعيارى سالباً وموجباً.

٣ - أن ٨٩٪ من القيم يقع بين المتوسط وثلاثة أمثال الانحراف المعيارى زيادة ونقصاً.

٤ - أن ٩٤٪ من القيم تقع على الأقل بين المتوسط وأربعة أمثال الانحراف المعيارى زيادة ونقصاً

(٥) معامل الاختلاف :

وهو أحد مقاييس التشتت أيضا وتقوم فكرته على قسمة الانحراف المعيارى على الوسط الحسابى للقيم وتحويله إلى نسبة مئوية بضربه فى ١٠٠.

وفى حالة المثال السابق الخاص بكميات الامطار فى المدينتين فان معامل الاختلاف للمدينة الأولى يكون :

$$ف_ن = \frac{ع}{\bar{س}} \times ١٠٠$$ حيث ترمز ف للمعامل، ع الانحراف المعيارى، سَ المتوسط

وبالتعويض فان ف $= \frac{٥,٠١}{١٢٥,٣} \times ١٠٠ = ٤$٪ تقريباً.

أما المدينة الثانية فان معامل الاختلاف $= \frac{٣٨,٤٤}{١١١,٤} \times ١٠٠ = ٣٤,٥$ ٪

ويظهر ذلك أن نسبة الاختلاف فى توزيع قيم المطر فى المدينة الثانية أكبر بكثير من مثيله فى المدينة الأولى، ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح بمجرد النظر الى تشتت كميات المطر السنوى فى كل حالة.

ويمكن حساب معامل الاختلاف فى متوسط درجات الحرارة الشهرية فى المدن المصرية المختلفة خلال مجموعة من السنوات وتوقيعه على خرائط لمعرفة الاختلافات المحلية، كذلك من السهل حساب الاختلافات فى توزيع أى ظاهرة بشرية باستخدام نفس الأسلوب وذلك على النحو التالى : -

إذا كان لديك التوزيع التالى للانشطة الاقتصادية بين السكان العاملين فى جمهورية مصر العربية ومدينتى القاهرة والاسكندرية فى عام ١٩٧٦ فاحسب الانحراف المعيارى ومعامل الاختلاف فى توزيع الانشطة فى الجمهورية والقاهرة والاسكندرية.

الحرفة	الجمهورية %	القاهرة	ح	ح٢	الاسكندرية %	ح	ح٢
الزراعة والصيد	٤٨,٤	١,٢	٤٧,٢-	٢٢٢٧,٨٤	٥,٩	٤٢,٥-	١٨٠٦,٢٥
التعدين	٠,٣	٠,٤	٠,١+	٠,٠١	٠,٤	٠,١+	٠,٠١
الصناعة	١٣,٦	٢٧,٥	١٣,٩+	١٩٣,٢١	٣٣,٦	٢٠,٠+	٤٠٠,٠٠
الكهرباء والغاز	٠,٦	١,١	٠,٥+	٠,٢٥	١,٣	٠,٧+	٠,٤٩
التشييد والبناء	٤,٢	٨,٥	٤,٣+	١٨,٤٩	٦,٧	٢,٥+	٦,٢٥
التجارة والمطاعم	٨,٦	١٥,١	٦,٥+	٤٢,٢٥	١٤,٥	٥,٩+	٣٤,٨١
النقل والتخزين	٤,٨	٩,٠	٤,٢+	١٧,٦٤	٩,٧	٤,٩+	٢٤,٠١
التمويل والتأمين	٠,٩	٢,١	١,٢+	١,٤٤	١,٥	٠,٦+	٠,٣٦
الخدمات	١٨,٦	٣٥,١	١٦,٥+	٢٧٢,٢٥	٢٦,٤	٧,٨+	٦٠,٨٤
الاجمالى	١٠٠	١٠٠		٢٧٧٣,٣٨	١٠٠		٢٣٣٣,٠٢

وفى هذه الحالة اعتبرت نسبة العاملين فى الجمهورية من كل نوع من أنوع النشاط الاقتصادى ممثلة للمتوسط ليحسب بعدها الانحراف المعيارى ومعامل الإختلاف لمدينتى القاهرة والاسكندرية كما يلى :

$$\text{القاهرة} = \sqrt{\frac{٢٧٧٣,٣٨}{٩}} = \sqrt{٣٠٨,١٥} = ١٧,٥٥$$

$$\text{الاسكندرية} = \sqrt{\frac{٢٣٣٣,٠٢}{٩}} = \sqrt{٢٥,٢٢} = ١٦,١$$

أما معامل الاختلاف فتقسم فيه قيم الانحراف المعيارى على المتوسط العام للعاملين الحرف المختلفة وهو = $\frac{100\%}{9}$ = ١١,١٪ تقريبا تقريبا ومن ثم فالناتج :

$$\text{القاهرة} = \frac{17.55 \times 100}{11.1} = 158.1$$

$$\text{وفي الاسكندرية} = \frac{16.1 \times 100}{11.1} = 145.0$$

وتعنى هذه القيم أن مدى التشتت فى توزيع السكان حسب أوجه النشاط الاقتصادى فى مدينة القاهرة أكبر منه فى مدينة الاسكندرية وذلك إذا قورنت المدينتان بالجمهورية ككل من حيث توزيع العاملين فيهما على الأنشطة الاقتصادية .

وفى مثل هذه الحالة حسب معامل الاختلاف استنادا إلى المتوسط الحسابى الذى قيست الانحرافات بعدا عنه وهو متوسط نسبة العاملين فى كل حرفة فى الجمهورية ، وهو متفاوت بين الزراعة والتعدين والصناعة وهكذا ، لذا يكتفى عندئذ بحساب الانحراف المعيارى أو الانحراف المتوسط أو التباين لأن متوسط نبسة العاملين فى كل من الجمهورية والاسكندرية والقاهرة فى الحرفة الواحدة سيكون مساويا لمجموع النسب المئوية والتى تساوى ١٠٠٪ فى كل حالة مقسوما على عدد الحرف وهى ٩ أى أنه يساوى ١١,١ فى كل الحالات .

ثانيا مقاييس الانتشار :

تقاس درجة الانتشار عادة حول نقاط معينة قد تكون الوسط أو الوسط الجغرافى أو الهندسى أو أى نقطة أخرى يراد قياس انتشار صورة توزيعية محددة حولها ، وهذا النوع من المقاييس له قيمته فى إظهار مدى التباعد أو التقارب المكانى للظاهرات ، ويشترط فيه غالبا معرفة المساحة الأصلية لمنطقة التوزيع وعدد النقاط أو المساحات المحددة وتوقيعها فى أماكن على الخريطة بدقة وقياس المسافات الفاصلة بينها، ووضوح مقياس رسم الخريطة المستخدمة ، والإلمام الجيد بالقواعد الإحصائية الأساسية .

وأهم مقاييس الانتشار هى :-

١- الربيع الجغرافى :

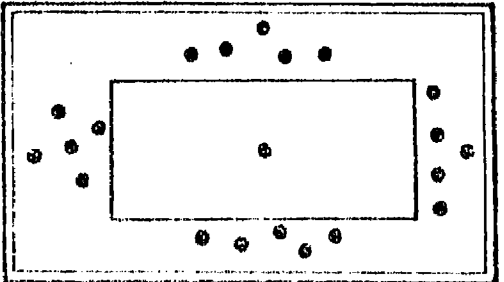
يمكن بصفة عامة قياس الانتشار حول الوسيط الجغرافى بما يعرف باسم الربيع الجغرافى وفيه تقسم المنطقة حول الوسيط حسب الجهات الجغرافية الأصلية الأربع (شمالى - جنوبى - شرقى - غربى) ويحدد الخط الذى يقع خارجه ربع عدد النقاط بعيدا عن الوسط فإذا كانت هذه النقاط شمال الخط أطلق عليه اسم ربيع شمالى وإذا كانت جنوبه فهو ربيع جنوبى وهكذا الشرقى والغربى ، ومعنى هذا أن الربيع يعنى الخط الذى يقطع أو يخترق توزيعا معينا لمجموعة من النقاط بحيث تتوزع بنسبة ٣ : ١ على جانبيه أى أنه يعزل ربع عدد النقاط فى جانب واحد منه والثلاثة أرباع الأخرى على الجانب الآخر ويرسم الربيع أو يحدد من قبل الباحث حسب صورة التوزيع الواقع على الخريطة وليس من الضرورى أن يكون متفقا مع الجهات الأصلية الأربع إنما قد يساير اتجاهات فرعية ، والمهم فى النهاية خروج المساحة المحصورة بين هذه الربيعات فى صورة شكل هندسى منتظم (مستطيل) .

٢- معامل الانتشار :

تحسب المساحة الواقعة داخل الربيعات الأربع، وكلما كانت كبيرة دل ذلك على عظم الانتشار وعندما تقل يميل التوزيع للتقارب مكانيا .

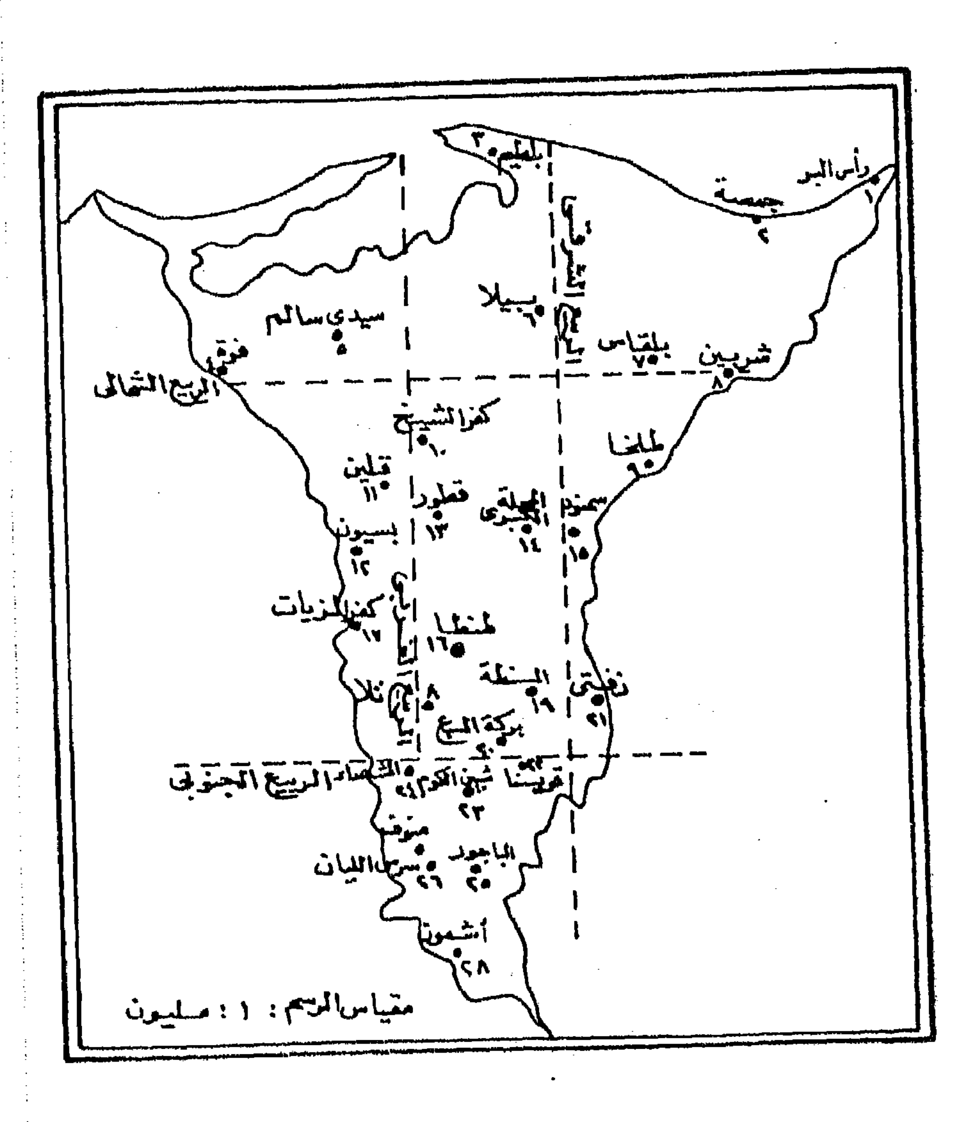
$$\text{فمعامل الانتشار يساوى} = \frac{\text{مساحة المستطيل المحدد بالربيعات}}{\text{اجمالى المساحة الواقع فيها التوزيع}}$$

وتتراوح قيمة المعامل بين صفر فى حالة التركز الكامل حول نقطة المركز ومعنى هذاأن الربيعات تتطابق ولاتترك بينها أى مساحة ، وعندما تقع كل المساحة فى إطار الربيعات يكون المعامل مساويا لواحد صحيح ويتباعد التوزيع بعيدا كلية عن النقطة المتوسطة محققا أقصى



شكل يوضح كيفية تعيين الربيع الجغرافى

انتشـار أمـا التوزيـع المثـالى فيتحقـق عندمـا يعادل المستطيل ربع المسـاحة الكليـة، وإذا طبق هذا المعامل علـى مـدن الدلتـا الثمـانى والعشـرين الـمبينة علـى الخريطة المرفقـة وباعتبار طنطا نقطة مركزيـة تتوسطها فيمكـن تعيـين الربيعـات الأربع على النحو المبين بحيث تقع كل سبع منها شمال وشرق وجنوب وغـرب كـل ربيع ثم يحسب معامل الانتشار على النحو التالى :



خريطة الدلتا

طول المستطيل = ٦ سم

عرض المستطيل = ٢,٥ سم

ولما كان مقياس رسم الخريطة ١ : مليون فإن الطول الحقيقى للمستطيل يكون ٦٠٠٠٠٠٠ سم أى = ٦٠٠٠٠ متر = ٦٠ كيلو متر

والعرض = ٢,٥ سم = ٢٥٠٠٠٠٠ سم = ٢٥٠٠٠ متر = ٢٥ كيلو متر

ومساحة الدلتا بين الفرعين ١٠ آلاف كيلو متر مربع

$$\text{معامل الانتشار} = \frac{٦٠ \times ٢٥}{١٠٠٠٠} = \frac{١٥٠٠}{١٠٠٠٠} = ٠,١٥$$

والمقام هنا يساوى مساحة الدلتا (عشرة آلاف كيلومتر مربع) .

ومن الواضح أن الرقم يقترب من الصفر وبالتالى تميل هذه المدن إلى التركز حول مدينة طنطا بصورة أكبر من ميلها إلى الانتشار بعيدا عنها أو بمعنى آخر هى أقرب إلى التوزيع المثالى حيث تكون مساحة المستطيل تساوى ربع مساحة المنطقة وهنا مساحته تصل إلى ٠,١٥ منها .

والمشكلة التى تواجه هذه الطريقة هى صعوبة تقسيم عدد نقاط التوزيع أحيانا بين أربع جهات أصلية أو فرعية كأن يكون العدد ٣٠ مدينة فى الحالة السابقة ، ولحل ذلك توزع المدن الإضافية السابقة على أى جهتين بحيث يكون ٧، ٧، ٨ ، ٨ .

٣- الانتشار حول موقع معين :

وقد يقاس مدى الانتشار حول موقع معين بطريقة أخرى تقوم على رسم مجموعة من الدوائر المتعاقبة يكون مركزها الموقع الذى يراد معرفة أبعاد التوزيع حوله وغالبا ما تستخدم هذه الطريقة فى دراسات السكان والعمران حيث يمكن فى الحالة الأولى تعيين نقطة الوسط السكانى وترسم حولها بأنصاف أقطار تتزايد بقيم معينة وتحسب نسبة السكان التى تضمها هذه الدوائر من جملة سكان المنطقة أو يعين قلب المدينة العمرانى وترسم نفس هذه الدوائر ويعرف منها مدى تركز أو انتشار الوظائف التى تؤديها المدينة حول هذا القلب ، وتمثل الوظائف عادة من خلال أعداد المحلات التى تقدم كل نوع منها .

ولتوضيح ذلك إذا فرض أنك تقوم بدراسة عن مدينة الاسكندرية وحددت قلبها التجارى فى ميدان المنشية مثلا ، وبدأت ترسم مجموعة من الدوائر مركزها هذا القلب ، وكانت أنصاف أقطار هذه الدوائر تبدأ بربع كيلومتر ثم نصف ثم كيلومتر ثم ١,٥ كم ثم ٢ كيلومتر وبدأت بعد ذلك فى توقيع محلات الأحذية كنوع من محلات تجارة التجزئة ، وعيادات الأطباء باعتبارها تمثل نوعا من الخدمات الصحية التى تقدمها المدينة لسكانها وروادها ، ووجدت أن عدد محلات الأحذية وعيادات الأطباء تتوزع بعدا عن قلب المدينة كما يلى :

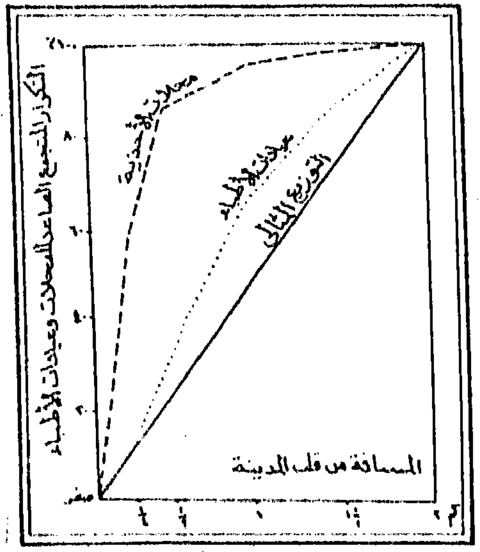
المسافة من القلب	محلات الأحذية			عيادات الأطباء		
	العدد	٪	النسب التراكمية	العدد	٪	النسب التراكمية
١/٤ كيلومتر	٨٠٠	٥٦,٨	٥٦,٨	٩٨	١٣,٢	١٣,٢
١/٢ كيلومتر	٤٠٠	٢٨,٤	٨٥,٢	١٦٢	٢١,٩	٣٥,١
١ كيلومتر	١٥٠	١٠,٦	٩٥,٨	٢٥٠	٣٣,٨	٦٨,٩
١,٥ كيلومتر	٥٠	٣,٥	٩٩,٣	١٥٠	٢٠,٣	٨٩,٢
٢ كيلومتر	١٠	٠,٧	١٠٠	٨٠	١٠,٨	١٠٠
المجموع	١٤١٠	١٠٠		٧٤٠	١٠٠	

وهكذا يمكن الخروج بنتيجة مؤداها أن حوالى ٥٧٪ من محلات الأحذية تقع فى الدائرة الأولى والتى لاتبعد سوى ١/٤ كيلومتر من المركز وإذا اتسعت الدائرة لتصبح نصف كيلومتر تضم حوالى ٨٥٪ من عدد هذه المحلات ، أما إذا انتقلنا إلى الدائرة الأكبر والتى يبلغ نصف قطرها كيلومتر تصبح النسبة حوالى ٩٦٪ وهكذا فإنه فى دائرة نصف قطرها كيلو متر واحد تقع أغلبية محلات الأحذية (٩٦٪) على حين يقع نصف عدد هذه المحلات فى حدود ربع كيلو متر من قلب المدينة

أما بالنسبة لعيادات الأطباء فالأمر مختلف حيث لاتجاوز نسبة الموجود منها فى حدود ربع كيلومتر ١٣٪ وحتى إذا أضيفت الدائرة الثانية فإن عدد العيادات

لايتعدى ثلثها الكلى بكثير ومن هنا فهى أقرب إلى التوزع بصورة أكثر انتشارا من النوع السابق .

وإذا جمعت هذه النسب جمعا تراكميا (تكرار متجمع صاعد) وعرفت علاقتها بذلك الجزء من مساحة المدينة الواقع داخل الدائرة فإنه فى الإمكان معرفة صورة التوزيع خصوصا إذا ما رسم ذلك في صورة منحنى تكرارى متجمع صاعد على النحو التالى :



ومن هذا الشكل يظهر أن توزيع عيادات الأطباء اقرب إلى التوزيع المثالى من توزيع محلات بيع الأحذية . ويمكن بعد ذلك حساب وسيط المسافة والذى يعين نصف قطر الدائرة التى يقع داخلها ٥٠٪ من عدد المحلات أو العيادات وهى فى حالة محلات الأحذية تقل قليلا عن ٤/١ كيلومتر وفى حالة عيادات الأطباء تقل عن كيلومتر .

٤ – المسافة المعيارية :

وتقوم فكرتها على حساب الجذر التربيعى لمجموع مربعات انحرافات القيم فى س ، ص عن الوسط الحسابى مع قسمته على عدد من قيم س ، ص بحيث يكون الناتج فى النهاية رقما يبين تركز ٦٨٪ من القيم حول نقطة الوسط ، وبالتالى فهى المسافة التى تظهر مدى انتشار مجموعة من النقاط حول نقطة الوسط الجغرافى وتحسب بالقانون التالى :

المسافة المعيارية= $\sqrt{\frac{\text{مجـ س}^2}{\text{ن}} - (\bar{\text{س}})^2 + \frac{\text{مجـ ص}^2}{\text{ن}} - (\bar{\text{ص}})^2}$

حيث تشير (مجـ س٢ – $\bar{\text{س}}$) لمجموع مربعات انحرافات القيم في حالة س عن الوسط الحسابي ($\bar{\text{س}}$) وفي حالة ص تكرر نفس الانحرافات ، ن تشير إلى عدد القيم .

وفيما يلي مثال لحساب المسافة المعيارية :

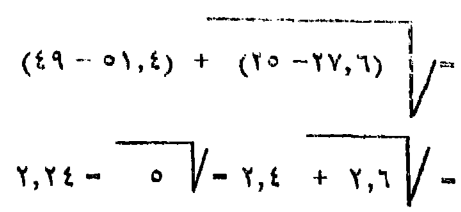
إذا كانت لديك أبعاد عشر مدن عن الإحداثي الشرقي (السيني) والاحداثي الشمالي (الصادي) فاحسب المسافة المعيارية لها .

المدن	الاحداثي الشرقي (س)	مربع س	الاحداثي الشمالي (ص)	مربع ص
أ	٥	٢٥	٨	٦٤
ب	٣	٩	٧	٤٩
ج	٦	٣٦	٧	٤٩
د	٨	٦٤	٧	٤٩
هـ	٤	١٦	٦	٣٦
و	٥	٢٥	٦	٣٦
ز	٢	٤	٥	٢٥
ح	٥	٢٥	٥	٢٥
ط	٦	٣٦	٩	٨١
ى	٦	٣٦	١٠	١٠٠
المجموع	٥٠	٢٧٦	٧٠	٥١٤

والخطوة الأولى هي حساب المتوسط الحسابي لقيم س، ص وهو ٥، ٧ على الترتيب.

والخطوة الثانية هي ايجاد حاصل جمع مربع كلا من س، ص على النحو المبين في الجدول السابق، ثم يطبق القانون السابق على النحو التالي :

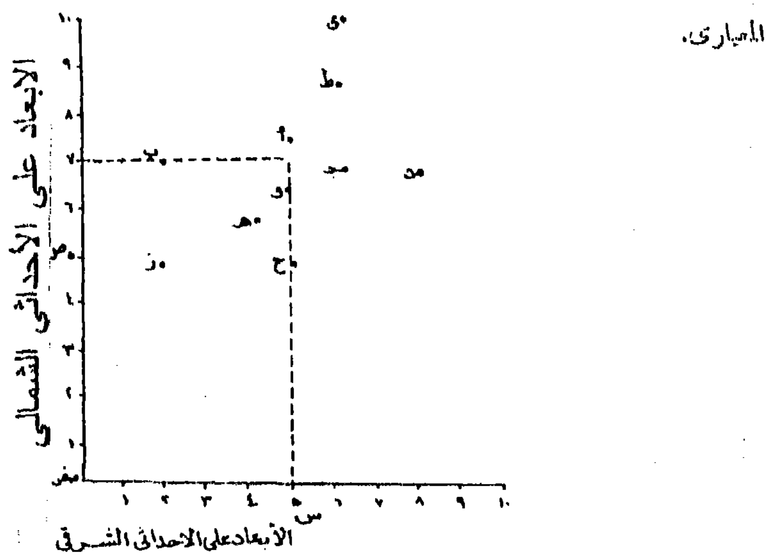
المسافة المعيارية = $\sqrt{\frac{٢٧٦}{١٠} - (٥)^2 + \frac{٥١٤}{١٠} - (٧)^2}$



$$= \sqrt{(٢٧,٦ - ٢٥) + (٥١,٤ - ٤٩)}$$

$$= \sqrt{٢,٦ + ٢,٤} = \sqrt{٥} = ٢,٢٤$$

ومعنى هذه القيمة أنه فى دائرة قطرها يساوى هذه المسافة يقع ٦٨٪ من النقاط حول نقطة الوسط الجغرافى المعينة فى الشكل التالى، وقد جاءت نسبة ٦٨٪ هذه من الحقيقة المتصلة بطبيعة العلاقة بين المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى حيث يقع ٦٨٪ من القيم أو المساحة الجغرافية بين المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى.



٥ - مقياس أقرب جار أو صلة الجوار :

تستخدم المعادلة التالية فى الجغرافية لقياس مدى بعد توزيع معين عن العشوائية وذلك من خلال توقيع مجموعة من النقاط تمثل توزيعا معينا على محورين :

$$ر = ٢ سَ \sqrt{\frac{ن}{م}}$$

وتشير لقيمة أقرب جار، سَ = متوسط التباعد بين عدد من المراكز العمرانية المتجاورة، ن = عدد مراكز العمران، م = مساحة المنطقة موضع البحث وتنحصر القيمة الناتجة عادة بين صفر، ٢,١٤٩١ ، وكلما اقتربت القيمة من الرقم الأخير أخذ التوزيع شكلا قريبا من المثالية (الشكل السداسى فى نموذج كريستلر)

أى أن كل نقطة تكون على بعد مساو من النقاط الست الأخرى وعند الرقم صفر تتجمع كل النقاط فى شكل عنقود، ويشير الرقم (١) الى توزيع عشوائى كامل.

وعلى سبيل المثال إذا كان الجدول التالى يبين توزيع مراكز العمران فى نطاق ترعة الاسماعيلية تبعا لمراكزها الإدارية فى عام ١٩٩٠ فيمكن من خلاله حساب مقياس الجار الأقرب على النحو التالى إذا كان ذلك للمنطقة كلها

المركز	المساحة كيلو متر مربع	عدد مراكز العمران	متوسط التباعد
شبين القناطر	١٣	٥	١,٧
مشتول السوق	١٦	٢	٣,٠٠
ابو حماد	٢٦٢	٢٩	٣,٢
قليوب	٤٦	٥	٣,٤
الخانكة	١٢٦	١٢	٣,٥
بلبيس	٢١٧	١٦	٤,٠
التل الكبير	١٩٧	٥	٦,٧
الإسماعيلية	٩٧٣	٨	١١,٩
الاجمالى	١٨٥٣	٨٢	٥,١

$$ر = ٢ \times ٥,١ \sqrt{\frac{٨٢}{١٨٥٣}}$$

$$= ١٠,٢ \sqrt{٠,٠٤٤٢}$$

= ١٠,٢ × ٠,٢١٠ = ٢,١٤٥٧ ولذا فالقيمة يقترب بها نمط التوزيع من الشكل المثالى إلى حد كبير ويمكنك حساب هذا المقياس لكل مركز من المراكز المبينة فى الجدول ومقارنة النتائج.

الفصل السادس

التركز والتخصص

أولاً : مقاييس التركز :

١- دليل التركز

٢ - معامل التوطن

٣ - منحنى لورنز

٤ - دليل التركز من منحنى لورنز

ثانياً : مقاييس التنوع والتخصص

١ - قياس التنوع الصناعى من منحنى لورنز

٢ - مقياس جيبس مارتن للتنوع

٣ - دليل عدم التماثل



الفصل السادس
التركز والتخصص

أولاً : مقاييس التركز

١ - دليل التركز :

ويقيس مدى تركز توزيع أى ظاهرة فى اطار مساحة جغرافية معينة ويمكن تطبيقه فى مجالات توزيع السكان أو الانتاج الزراعى لمحصول معين أو العاملين بالصناعة فى إطار وحدات إدارية.

وعلى سبيل المثال إذا كان لديك جدولا يبين توزيع السكان فى الدول العربية الأسيوية ومساحاتها فى عام ١٩٨٦ على النحو التالى :

الدولة	السكان (الف نسمة)	المساحة (الف كم٢)	الدولة	السكان (الف نسمة)	المساحة (الف كم٢)
العراق	١٦٤٥٠	٤٣٨	الكويت	١٧٩١	١٨
الأردن	٣٦٥٦	٩٨	البحرين	٤١٢	٠,٧
لبنان	٣٤٩٢	١٠	قطر	٣٣٥	١١
السعودية	١٢٠٠٦	٢١٥٠	الإمارات	١٣٨٤	٨٤
سوريا	١٠٦١٢	١٨٥	عمان	٩٩٠	٢١٢
اليمن	٩٤١١	٤٢٨	فلسطين	٤٢٦٦	٢١

فانه لحساب دليل التركز تتبع الخطوات التالية :

١ - تحسب النسبة المئوية لسكان كل دولة من الدول العربية المشار اليها لاجمالى سكان هذه الدول وهو ٦٤٨٣٥ الف نسمة.

٢ - تحسب النسب المئوية لمساحة كل دولة لاجمالى مساحات هذه الدول وهى ٣٦٥٥,٧ الف كم٢.

٣ - نحصل على الفرق بين النسبة المئوية لمساحة الدولة والنسبة المئوية لسكانها بغض النظر عن الاشارة سالبة أو موجبة.

٤ - تجمع الفروق السابقة بغض النظر عن إشاراتها.

ويعنى دليل التركز هذا أنه إذا كانت نسبة مساحة كل دولة تتفق تماما مع نسبة سكانها فان التوزيع السكانى سيكون توزيعا عادلا أى أن ما يخص الدولة من السكان يماثل نصيبها فى المساحة ونتيجة الفروق تساوى صفراً، أما إذا كان الناتج بعيدا عن الصفر فكلما كبر أشار إلى بعد التوزيع عن المثالية، وهذا يعنى أن زيادة الفروق (التباينات) فى التوزيع بين نسب الظاهرة الأولى المراد قياس تركزها والظاهرة الثانية المراد قياس التركز فيها (المساحة فى هذه الحالة) تعطى قيمة رقمية أكبر. وبتطبيق الخطوات السابقة على الجدول ينتج الجدول التالى :

الدولة	نسبة السكان	نسبة المساحة	الفرق	الدولة	نسبة السكان	نسبة المساحة	الفرق
العراق	٢٥,٥	١١,٩	١٣,٤	الكويت	٢,٨	٠,٥	٢,٣
الأردن	٥,٦	٢,٧	٢,٩	البحرين	٠,٦	٠,٠١	٠,٦
لبنان	٥,٤	٠,٣	٥,١	قطر	٠,٥	٠,٣	٠,٢
السعودية	١٨,٥	٥٨,٨	٤٠,٣	الإمارات	٢,١	٢,٣	٠,٢
سوريا	١٦,٤	٥,١	١١,٣	عمان	١,٥	٥,٨	٤,٣
اليمن	١٤,٥	١١,٧	٢,٨	فلسطين	٦,٦	٠,٦	٦,٠

ويلاحظ أن مجموع نسب السكان والمساحة تنتهى إلى ١٠٠٪، كما أن التناقضات بين نسب سكان الدول ومساحتها فى التوزيع تظهر مدى التباين ففى حالة السعودية مثلا تمثل مساحتها ٥٨,٨٪ من إجمالى مساحة الجناح العربى الأسيوى على حين لاتجاوز سكانها ١٨,٥٪ ومن ثم يصل الفرق إلى ٤٠,٣٪ وإذا جمعت الفروق تصل إلى ٨٩,٤٪ وتطبق بعد ذلك المعادلة الآتية

$$\text{دليل التركز} = \frac{1}{2} \text{مج} \left| \text{س} - \text{ص} \right|$$

حيث تشير س إلى نسب المساحة، ص إلى نسب السكان بينما يعين الخطان

الرأسيان أن مجموع الفروق يكون بغض النظر عن الاشارة وهذا القانون معناه ان دليل التركز يساوى نصف مجموع الفروق الموجبة بين نسب توزيع الظاهرتين فى الوحدات المكانية. وعلى ذلك ففى حالة المثال السابق تكون قيمة دليل التركز مساوية لنصف القيمة ٨٩,٤ أى ٤٤,٧ الأمر الذى يشير لعدم العدالة فى توزيع السكان قياسا للمساحة فى الدول العربية الاسيوية لبعد القيمة الناتجة عن الصفر.

ويعتمد تطبيق هذا الأسلوب على متغيرين أحدهما الظاهرة المراد قياس تركزها فى إطار المكان بجانب الوحدات المكانية ذاتها، ويمكن إستخدامه أيضا فى قياس تركز ظاهرة تمثل جزء من كل فى إطار الوحدات المحددة مثل إستهلاك الكهرباء بالنسبة للسكان أو الخدمات مثل عدد الأطباء لإجمالى السكان ... وهكذا.

٢ ـ معامل التوطن :

ويسمى نسبة النسب أو نسبة التركز الموقعى ويستخدم كثيرا فى الدراسات الجغرافية، وتقوم فكرته على إعتبار متوسط نسب وجود ظاهرة ما فى منطقة معينة أساسا يقاس عليه مدى إنحراف توزيع نسب الظاهرة ذاتها فى الوحدات المكانية الأصغر التى تتكون منها المنطقة، ولإيضاح ذلك بالنسبة لتوطن محصول الأرز إعتماداً على مساحاته المزروعة فى المحافظات المصرية لعام ١٩٧٩ تتبع الخطوات التالية :

١ ـ نحصل على المساحة المزروعة أرزا فى كل محافظة ولتكن فى عام ١٩٧٩ مثلاً.

٢ ـ نحصل على المساحة المزروعة أرزا فى انحاء الجمهورية فى نفس السنة.

٣ ـ تقسم المساحة المزروعة بمحصول الأرز فى عام ١٩٧٩ فى كل محافظة على اجمالى المساحة المزروعة بالمحاصيل المختلفة (المساحة المحصولية) فى نفس المحافظة وتستخرج نسبتها المئوية.

٤ ـ تحسب النسبة المئوية لما يشغله محصول الأرز فى الجمهورية من المساحة المحصولية.

٥ ـ تقسم النسبة الناتجة من رقم ٣ على النسبة المستخرجة من رقم ٤ وينتج عنها معامل التوطن.

وعلى ذلك يكون معامل التوطن :

$$\frac{\frac{\text{المساحة المزروعة بالارز فى المحافظة}}{\text{اجمالى المساحة المحصولية فى نفس المحافظة}}}{\frac{\text{المساحة المزروعة بالارز فى الجمهورية}}{\text{اجمالى المساحة المحصولية فى الجمهورية}}}$$

مقسومة على

وفيما يلى تطبيق لهذه الطريقة :

المحافظة	المساحة المزروع بالارز (فدان)	النسبة المئوية من المساحة المحصولية	المحافظة	المساحة (فدان)	النسبة ٪ من المساحة المحصولية
كفر الشيخ	٢٣١١٨٣	٢٦,٧	الاسكندرية	٤٦٠١	٢,٩
الدقهلية	٢٦٧٣٨٩	٢٠,٠	الغربية	٩٠٣٠٤	١١,٧
دمياط	٥١٣٣٨	٢٥,٧	الشرقية	١٤٧٠٢٥	١١,٧
البحيرة	١٨٣٥٥٥	١٣,٢	القليوبية	٢٣١٤	٠,٢

ولما كان إجمالى المساحة المزروعة أرزا فى الجمهورية يبلغ ٩٧٧٧٥٠ فدانا والمساحة المحصولية تبلغ حوالى ١١ مليون فدان فان النسبة تكون :

$$\frac{١٠٠ \times ٩٧٧٧٥٠}{١١٠٠٠٠٠٠} = ٨,٩٪$$

وهذه النسبة تمثل نسبة ما يشغله الأرز فى مصر كلها لجملة مساحات المحاصيل وللحصول على درجات التوطن تقسم نسب المحافظات فى الجدول السابق على ٨,٩٪ وعلى ذلك يكون معامل التوطن لهذه المحافظات :

كفر الشيخ = $\frac{٢٦,٧}{٨,٩}$ = ٣ الدقهلية = $\frac{٢٠}{٨,٩}$ = ٢,٢

دمياط = $\frac{٢٥,٧}{٨,٩}$ = ٢,٩ البحيرة = $\frac{١٣,٢}{٨,٩}$ = ١,٥

وهكذا تكون نتيجة المحافظات الأربع التالية هى : ٠,٣ للاسكندرية، ١,٣ للغربية، ١,٣ للشرقية، ٠,٠٢ للقليوبية، ويمكن بعد ذلك الخروج بنتيجة مؤداها أن المحافظات التى يزيد فيها معامل التوطن عن واحد صحيح ترتفع فيها نسبة المساحة المزروعة أرزا عن مثيلها فى الجمهورية كلها أى يتوطن فيها المحصول وكلما زاد الرقم دل ذلك على شدة التوطن وعلى العكس إذا قل الرقم عن واحد فان نصيب المحافظة من المساحة المزروعة يكون أقل من تلك النسبة المزروعة فى الجمهورية كلها. وتوقع هذه الأرقام على خرائط تبين توطن الأرز حسب الدرجات أو القيم التى حسبت بحيث توضع فى فئات وبظلال متدرجة، ويمكن تطبيق معامل التوطن على أى ظاهرة خلاف الزراعة والمساحات المزروعة، وعند تفسير الخرائط الناتجة لابد من الالمام بالأوضاع السائدة فى كل منطقة حيث تعطى أحيانا ظلالا ذات درجات عالية ولكنها لا تعنى سوى تمركز الظاهرة قياسا بما هو موجود فى نفس الإقليم بسبب الإعتماد على النسبة فى المساحة الأكبر كوحدة معايرة.

٣ ـ منحنى لورنز :

وهو أحد أساليب قياس العلاقة بين توزيع ظاهرة ما فى اطار مساحة جغرافية أى أنه يحاول التعرف على درجة بعد توزيع معين عن المثالية، وإذا أخذت محافظات الوجه القبلى كمثال لتطبيق منحنى لورنز على توزيع سكان وعلاقاتهم بالمساحة فيمكن رسم المنحنى باتباع الخطوات التالية :

١ ـ نحصل على توزيع السكان والمساحات لمحافظات الوجه القبلى وليكن فى تعداد ١٩٧٦.

٢ ـ تحسب النسب المئوية للمساحة وللسكان فى كل محافظة لجملة المحافظات فى كل حالة.

٣ ـ ترتب المحافظات ترتيبا تصاعديا حسب نسب مساحتها وتوضع نسبة السكان المقابلة لكل محافظة.

٤ ـ تجمع نسب المساحة والسكان بعد الخطوة السابقة جمعا تراكميا أى فى صورة تكرار متجمع صاعد فى كل حالة.

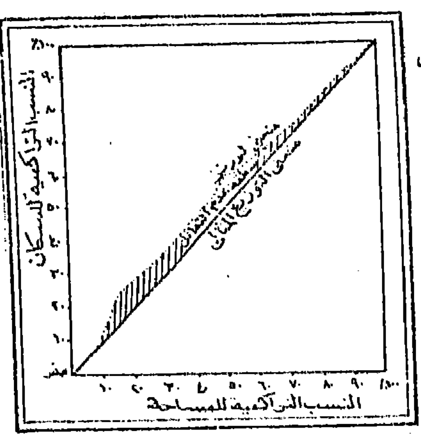
٥ - يرسم محوران أحدهمـا أفقـى تبـين عليـه النسـب التراكميـة للمسـاحة، والآخـر رأسى تبين عليه النسب التراكميـة للسكان، وتوقـع النسـب المجموعـة تراكميـا عليهما، ويوصل بين النقاط لينتج منحنى لورنز وفيما يلى تطبيق لهذه الطريقة.

المحافظة	السكان ١٩٧٦	المساحة ك م٢	نسبة السكان٪	نسبة المساحة
الجيزة	٢٤١٦٦٥٩	١٠٥٨	١٩,١	٨,٧
بنى سويف	١١١٠١٣٢	١٣٢٢	٨,٨	١٠,٩
الفيوم	١١٤١٨٧٩	١٨٢٧	٩,٠	١٥,١
المنيا	٢٠٥٤١٠٥	٢٢٦٢	١٦,١	١٨,٧
اسيوط	١٦٩٧٤٢٢	١٥٥٣	١٣,٤	١٢,٩
سوهاج	١٩٢٤٨١٤	١٥٤٧	١٥,٢	١٢,٨
قنا	١٧٠٩٢٩٩	١٨٥١	١٣,٥	١٥,٣
اسوان	٦١٨٥١٨	٦٧٩	٤,٩	٥,٦
جملة وجه قبلى	١٢٦٧٢٨٢٨	١٢٠٩٩	١٠٠	١٠٠

ترتيب المحافظات تصاعديا حسب نسب مساحتها :

١ المحافظة	٢ المساحة٪	٣ السكان ٪	٤ المتجمع الصاعد للمساحة	٥ المتجمع الصاعد للسكان
اسوان	٥,٦	٤,٩	٥,٦	٤,٩
الجيزة	٨,٧	١٩,١	١٤,٣	٢٤,٠
بنى سويف	١٠,٩	٨,٨	٢٥,٢	٣٢,٨
سوهاج	١٢,٨	١٥,٢	٣٦,٠	٤٨,٠
اسيوط	١٢,٩	١٣,٤	٤٨,٩	٦١,٤
الفيوم	١٥,١	٩,٠	٦٤,٠	٧٠,٤
قنا	١٥,٣	١٣,٥	٧٩,٣	٨٣,٩
المنيا	١٨,٧	١٦,١	١٠٠,٠	١٠٠

يرسم المنحنى بعد ذلك من واقع العمودين ٤ ، ٥ كمايلي



ويشير هذا التوزيع إلى الاقتراب بصورة كبيرة من المثالية حيث يتوزع ٦١,٤٪ من السكان فى ٥٠,٩٪ من المساحة، ويبدو فى الشكل اقتراب منحنى لورنز من خط التوزيع المثالى، ويمكن تطبيق هذا الأسلوب لقياس العلاقة بين السكان والمساحة فى نفس الوحدات الادارية لأكثر من تعداد شريطة تثبيت الحدود الادارية. ويمكنك ملاحظة أن لدينا متغيران أحدهما مستقل والآخر تابع، والمتغير التابع هو السكان لأنه يراد معرفة علاقته بالمساحة وبسبب أن احتمالات التغير فى المساحة أقل حدوثا خلال الزمن من السكان، كما أن الوحدات المكانية رتبت تصاعديا حسب قيم المتغير الأول المراد قياس مدى التركز المكانى لقيم المتغير الثانى (السكان) فيه.

وعلى ذلك فان منحنى لورنز إما يميل للاقتراب من المحور الرأسى ويتعدى خط التوزيع المثالى إلى أعلى مشيرا للتركز السكانى الشديد فى اطار مساحة محدودة، فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا ٩٥٪ من السكان يتركزون فى ٣٠٪ من المساحة وبقية الوحدات المكانية لا تضم سوى ٥٪ فقط فان بداية المنحنى ستكون مرتفعة القيمة عند المتغير التابع ومنخفضة على محور المتغير المستقل، ويحدث العكس إذا كان ٥٪ من السكان ينتشرون فى ٩٠٪ من المساحة مثلا حيث يقترب المنحنى من عند نهاية الركن الايمن للمحور الافقى مشيرا إلى شدة الانتشار، وبين هذين الحدين الأدنى والأقصى يتباين التوزيع فى اقترابه أو بعده عن الصورة المثالية والتى تتحقق إذا كان التوزيع النسبى للظاهرتين فى الوحدات المكانية متماثلا وذلك على النحو الذى

يوضحه الجدول التالى :

المنطقة	نسبة الظاهرة الأولى ٪	نسبة الظاهرة الثانية ٪	المنطقة	ترتيب الظاهرة الأولى	ما يقابلها من الظاهرة الثانية	المتجمع الصاعد فى الحالتين
أ	٥	٥	أ	٥	٥	٥
ب	١٥	١٥	ب	١٥	١٥	٢٠
جـ	٣٠	٣٠	هـ	١٦	١٦	٣٦
د	٣٤	٣٤	جـ	٣٠	٣٠	٦٦
هـ	١٦	١٦	د	٣٤	٣٤	١٠٠

٤ - دليل التركز من منحنى لورنز :

عند الحصول على دليل التركز من منحنى لورنز يشترط الإعتماد على الوحدات المكانية كأساس وقياس تركز نوع من الظاهرات أو الأنشطة بالنسبة لباقى الأنشطة، وتشبه الطريقة المتبعة فى رسم المنحنى تلك المستخدمة فى المثال السابق عدا بعض الاختلافات تتمثل فى ترتيب الوحدات المكانية حسب تركز الظاهرة موضع البحث ترتيبا تصاعديا قبل جمعها تراكميا.

وإذا أخذت مجموعة دول مجلس التعاون الخليجى الست كنموذج لتطبيق هذه الطريقة فى قياس مدى تركز العاملين فى الزراعة وصيد الأسماك بهذه الدول بالنسبة لإجمالى العاملين بكل أوجه النشاط الإقتصادى لعام ١٩٨٦ وكانت النسب على النحو التالى :

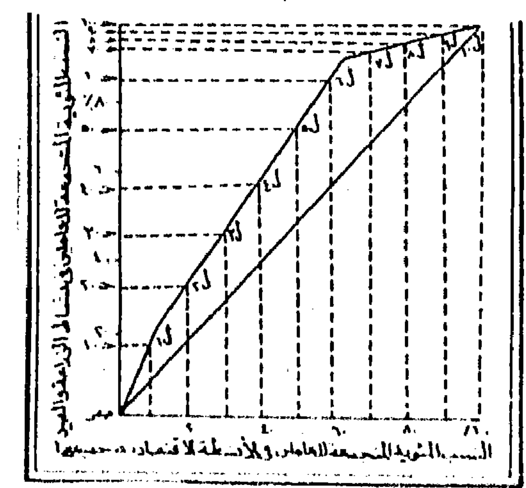
الدولة	العاملين بالزراعة والصيد		اجمالى العاملين		الدولة	العاملين بالزراعة والصيد		إجمالى العاملين	
	العدد بالألف	٪	العدد بالألف	٪		العدد بالألف	٪	العدد بالألف	٪
السعودية	٤٣٢	٧١,٥	٣٠٢٢	٥٥,٣	عمان	١٠٩	١٨,٠	٤٦٧	٨,٥
الكويت	١٤,٢	٢,٣	٧١٢	١٣,٠	البحرين	٤	٠,٧	١٨٣	٣,٣
الامارات	٤٥,٠	٧,٤	٨٩١	١٦,٣	قطر	٠,٤	٠,١	١٩٥	٣,٦

فى مثل هذه الحالة تحسب نسبة التركز للعاملين بالزراعة والصيد لإجمالى العاملين فى كل الأنشطة لكل دولة بقسمة كل نسبة على قرينتها ففى السعودية ٧١,٥ ÷ ٥٥,٣ = ١,٣ والكويت = ٢,٣ ÷ ١٣ = ٠,٢، وهكذا تكون النتائج فى الإمارات ٠,٥، وعمان ٢,١ والبحرين ٠,٢ ، وقطر ٠,٠٢.

على ذلك يتكون جدول ترتب فيه الدول الست حسب نسب التركز فنبدأ بعمان ثم السعودية والإمارات والكويت، والبحرين وقطر ويوضع ما يقابلها من نسب فى الحالين وتجمع جمعا تراكميا متصاعدا على النحو التالى :

الدولة	نسبة التركز	العاملين بالزراعة	متجمع صاعد	العاملين بالانشطة كلها	متجمع صاعد
عمان	٢,١	١٨,٠	١٨,٠	٨,٥	٨,٥
السعودية	١,٣	٧١,٥	٨٩,٥	٥٥,٣	٦٣,٨
الإمارات	٠,٥	٧,٤	٩٦,٩	١٦,٣	٨٠,١
الكويت	٠,٢	٢,٣	٩٩,٢	١٣,٠	٩٣,١
البحرين	٠,٢	٠,٧	٩٩,٩	٣,٣	٩٦,٤
قطر	٠,٠١	٠,١	١٠٠	٣,٦	١٠٠

ويمكن من خلال النسب التراكمية السابقة رسم منحنى لورنز على النحو المبين فى الشكل الآتى :



منحنى لورنز للعاملين فى قطاع الزراعة وصيد الاسماك فى دول الخليج العربية سنة ١٩٨٦م

وبعد تطبيق منحنى لورنز للتوزيعات المكانية فى المثال السابق يمكن استخدام الشكل النهائى للمنحنى فى حساب دليل التركز وذلك باتباع الخطوات التالية :

١-تحدد عشر نقاط على مسافات متساوية بطول المحور الافقى.

٢- تقام اعمدة رأسية من النقاط العشر حتى تلتقى بمنحنى لورنز عند النقاط ل١، ل٢، ل٣ ..... حتى ل١٠.

٣- تسقط اعمدة افقية من نقاط التلاقى السابقة إلى المحور الرأسى لتلتقى به عند حـ١،حـ٢،حـ٣ .... حتى حـ١٠.

٤- تجمع قيم حـ١ ... حتى حـ١٠ من المحور الرأسى لنحصل على مجموع حـ، فى المثال السابق الذى تم تطبيقه، كانت قيم حـ كالاتى :

حـ١ = ١٩، حـ٢ = ٢٧، حـ٣ = ٤٥، حـ٤ = ٥٩، حـ٥ = ٧٠، حـ٦ = ٨٥،

حـ٧ = ٩٢، حـ٨ = ٩٥، حـ٩ = ٩٨، حـ١٠ = ١٠٠.

مجـ ج = ١٩ +٢٧ +٤٥ +٥٩ +٧٠ +٨٥ +٩٢ +٩٥ +٩٨ +١٠٠ = ٦٩٠

٥ - تطبق المعادلة :

$$\text{دليل التركز} = \frac{\text{مجـ حـ} - ٥٥٠}{١٠٠٠ - ٥٥٠} = \frac{\text{مجـ حـ} - ٥٥٠}{٤٥٠}$$

وتشير القيمة ٥٥٠ لمجموع قيم حـ تراكمياً عندما تقترب درجة التركز من المثالية وفيها تكون قيم حـ عند التقاء الأعمدة بالمحور الرأسى كالآتى :

حـ١ = ١٠، حـ٢ = ٢٠، حـ٣ = ٣٠، حـ٤ = ٤٠، حـ٥ = ٥٠، حـ٦ = ٦٠،

حـ٧ = ٧٠، حـ٨ = ٨٠، حـ٩ = ٩٠، حـ١٠ = ١٠٠ = ٥٥٠

وعندها يقترب منحنى لورنز أن لم ينطبق تماما على منحنى التوزيع المثالى :

وتشير القيمة ١٠٠٠ لاقصى تركز للظاهرة وتصبح قيم حـ العشرة متساوية وكل واحدة يخصها ١٠٠ ولذلك يكون مجموع حـ = ١٠ ×١٠٠ = ١٠٠٠ وعندها ينحرف منحنى لورنز عن نمط التوزيع المثالى.

وبعد التعويض فى المعادلة يكون دليل التركز لقطاع الزراعة وصيد الاسماك فى دول الخليج العربية

$$= \frac{٥٥٠ - \ldots}{٥٥٠ - ١٠٠٠} = \frac{١٤٠}{٤٥٠} = ٠,٣١$$

وحيث أن الناتج من المعادلة إذا كان واحد صحيح يدل على أن الظاهرة موضع الدراسة بلغت اقصى تركز لها ويتناقص مدى التركز ببعد القيمة عن الواحد الصحيح وطالما أن دليل التركز لقطاع الزراعة وصيد الاسماك فى دول الخليج العربية يساوى (٠,٣) فان القيمة تبتعد عن الواحد الصحيح مما يدل على قلة تركز الظاهرة بل أن الظاهرة تكاد تكون قد بلغت ادنى تركز لها للبعد الكبير عن الواحد الصحيح، ويعود ذلك إلى ظهور النفط فى المنطقة وتغير انماط الحياة الاجتماعية والاقتصادية وظهور وظائف جديدة ومتنوعة جذبت السكان اليها، مما أدى إلى تراجع العاملين بقطاع الزراعة وصيد الاسماك، وإذا أخذ فى الاعتبار أيضا أن الاراضى الزراعية فى تلك الدول محدودة ... لهذه الأسباب كانت الانشطة الاخرى مثل قطاع الصناعة والخدمات تنافس هذا القطاع وإن كان الوضع يحتاج إلى اعادة النظر فى الاهتمام بهذا النوع من القطاعات لاهميته فى توفير الغذاء محليا بدلا من الاعتماد على المستورد.

ثانيا : مقاييس التنوع والتخصص :

وتقوم فكرتها على محاولة التعرف على تخصص أقاليم بالذات فى الاستئثار بوجود ظاهرات معينة أو قياس درجة توزع هذه الظاهرات بالتساوى بين عدد من الأقاليم، وعادة يطبق فيها أكثر من طريقة منها استخدام منحنى لورنز للتعرف على التنوع فى توزيع الصناعات بين عدد من الأقاليم الجغرافية أو مقياس جيبس مارتن للتنوع أو دليل عدم التماثل لقياس مدى الاختلاف فى توزيع مجموعتين من النسب فى تاريخين مختلفين أو إقليمين جغرافيين أو لمقارنة نسب نظرية بأخرى واقعية.

١-قياس التنوع الصناعى من منحنى لورنز:

إذا كانت لديك أعداد العاملين فى خمسة أنواع من الصناعات تتوزع جغرافيا فى ثلاث مناطق جغرافية هى القاهرة الكبرى والاسكندرية والغربية وتريد قياس التنوع الصناعى بها تتبع الخطوات التالية : -

١ - تحسب النسبة المئوية للعاملين بكل صناعة فى المناطق المختلفة لإجمالى العاملين بالصناعات كلها.

٢ - ترتب النسب المئوية ترتيبا تنازليا ويكون جدول تكرارى متجمع صاعد لكل منطقة حسب ترتيب صناعاتها.

٣ - يرسم منحنى تكرارى متجمع صاعد لكل منطقة يوضع على محوره الافقى أنواع الصناعات، وعلى محوره الرأسى النسب المئوية التراكمية المتجمعة لكل منطقة، وإذا كان الهدف مقارنة المناطق المختلفة فيجب توحيد ترتيب الصناعات حسب أنواعها.

٤ - تقارن المنحنيات المرسومة بمنحنى التوزيع المثالى الذى يفترض توزيع النسب المئوية بالتساوى بين أنواع الصناعات.

وعلى ذلك يصبح الجدول على النحو التالى :

القاهرة الكبرى			الاسكندرية			الغربية		
نوع الصناعات	نسبة العاملين٪	متجمع صاعد	نوع الصناعات	نسبة العاملين٪	متجمع صاعد	نوع الصناعات	نسبة العاملين٪	متجمع صاعد
غزل ونسيج	٤٠,٠	٤٠,٠	غزل ونسيج	٧١,٤	٧١,٤	غزل ونسيج	٨٦,٥	٨٦,٥
غذائية	٣٥,٠	٧٥,٠	غذائية	١٤,٣	٨٥,٧	غذائية	٥,٤	٩١,٩
معدنية	١١,٣	٨٦,٣	معدنية	٧,٢	٩٢,٩	معدنية	٣,٨	٩٥,٧
هندسية	٧,٤	٩٣,٧	هندسية	٣,٨	٩٦,٧	هندسية	٢,٧	٩٨,٤
كيماوية	٦,٣	١٠٠,٠	كيماوية	٣,٣	١٠٠,٠	كيماوية	١,٦	١٠٠,٠
المجموع	١٠٠	٣٩٥,٠		١٠٠	٤٤٦,٧		١٠٠	٤٧٢,٥

ومن هذا الجدول يلاحظ اختلاف ترتيب الصناعات فى محافظة الغربية عن الاسكندرية والقاهرة لاختلاف الأهمية النسبية لاعداد العاملين بها، كما أن مجموع

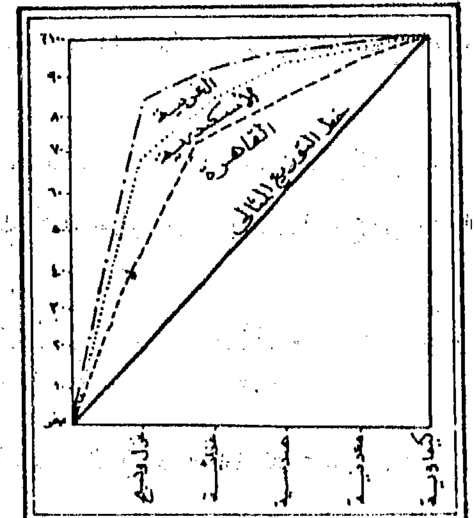
النسب التراكمية يتزايد مع إرتفاع درجة تركز العاملين في صناعة واحدة، ولما كانت الصناعات المبحوثة خمس فان مجموع النسب التراكمية يمكن مقارنته بحدين الأقصى منهما يمثل حالة التركز الكامل أو التخصص في صناعة واحدة فقط هي الغزل والنسيج ومجموع النسب التراكمية فيها = ١٠٠٪ يتكرر خمس مرات أى ٥٠٠ أما الحد الأدنى فيوضح التوزيع المثالى ويخص كل صناعة فيه ٢٠٪ من عدد العاملين إذا جمعت تراكميا ستصبح ٢٠+٤٠+٦٠+٨٠+١٠٠ أى ٣٠٠، ويمكن مقارنة النسب التراكمية الناتجة بأى من هذين الحدين على النحو التالى :

القاهرة الكبرى = ٥٠٠ - ٣٩٥ = ١٠٥ : تنوع إلى حد ما .

الاسكندرية = ٥٠٠ - ٤٤٦,٧ = ٥٣,٣ : تخصص

الغربية = ٥٠٠ - ٤٧٢,٥ = ٢٧,٥ : تخصص شديد

والواضح أنه كلما كبرت القيمة الناتجة اشارت لبعد الصناعات عن التركز فى نمط واحد أو إلى التنوع وبالعكس إذا صغرت أشارت إلى التخصص، ورغم أهمية هذه الطريقة إلا أن عيوبها تتمثل فى صعوبة إجراء مقارنات بين عدد كبير من الأقاليم لإختلاف ترتيب صناعاتها إستنادا لأى معيار يتخذ كمقياس، بجانب ذلك فإن قيم اقصى تركز أو التوزيع المثالى تزيد وتنقص حسب عدد الأنشطة أو الصناعات المبحوثة.



منحنى لورنز لقياس تنوع الصناعات فى ثلاث مناطق جغرافية

٢ – مقياس جيبس – مارتن للتنوع :

استخدمه كلا من جيبس ومارتن لأول مرة عام ١٩٦٢ في دراسة مدى التنوع في توزيع العاملين بالأنشطة الاقتصادية، فإذا كانت قوة العمل في منطقة ما تتمثل في نشاط واحد كانت نتيجة تطبيق المقياس تساوى صفراء، وإذا كانت موزعة بالتساوى على كل الانشطة فإن المقياس يساوى واحدا صحيحا أما المعادلة المستخدمة فهي كما يلي :

مقياس التنوع = ١ − $\frac{\text{مجـ س}^{٢}}{(\text{مجـ س})^{٢}}$ وتشير س إلى عدد العاملين في كل نشاط اقتصادى.

وإذا افترضنا منطقة معينة تضم تنوعا كاملا في انشطتها ورمز لها بالرمز أ، ومنطقة اخرى تضم تركزا كاملا ورمز لها بالرمز ب فيمكن أن يكون لدينا الجدول التالى :

رقم النشاط الاقتصادى

رقم النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	المجموع
المنطقة أ	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٢٠
المنطقة ب	١٢٠	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	١٢٠

وفي هذه الحالة يكون مجموع حالة التنوع الكامل = ١٢٠ أى أن مجموع س = ١٢٠

ومجموع مربعات س = ١٢٠٠ لـ حيث تربع كل قيمة للصناعات المختلفة وتجمع.

وعلى ذلك يكون مقياس جيبس ومارتن للتنوع في حالة التنوع الكامل :

$$١ - \frac{١٢٠٠}{(١٢٠٠)^{٢}} = ١ - \frac{١٢٠٠}{١٤٤٠٠} = ١ - ٠,٠٨٣ = ٠,٩١٧$$

أما في حالة التركز الكامل فان مجموع س٢ = ١٤٤٠٠، ولما كان مجموع س ١٢٠.

فان المقياس يكون = ١ - $\frac{١٤٤٠٠}{(١٢٠)^٢}$ = ١-١ = صفر

ويتميز مقياس جيبس - مارتن بمزايا عدة منها استخدامه في المقارنة بين توزيع الانشطة الاقتصادية في الاقاليم المختلفة كما أنه لا يحتاج إلى تحويل الأرقام إلى نسب مئوية. ولكن يعيبه أن قيمته تتأثر بعدد الأنشطة موضع الدراسة فقد وجد من دراسات مختلفة أن قيمته تبلغ عند التنوع الكامل إذا كانت الانشطة عددها أربعة = ٠,٧٥ بينما إذا كانت الانشطة عشرة فانه يساوى ٠,٩٠ ولذلك لا يمكن استخدامه في المقارنة إلا إذا كان عدد الانشطة الاقتصادية متساويا في كل الحالات.

وفيما يلي توزيع السكان حسب الانشطة الاقتصادية في بعض محافظات مصر عام ١٩٧٦ والمطلوب حساب مقياس جيبس - مارتن لقياس مدى التنوع في النشاط الاقتصادى بين هذه المحافظات والتعليق على النتائج.

نوع النشاط	القاهرة (الف نسمة)	الدقهلية (الف نسمة)	الاسكندرية (الف نسمة)	سوهاج (الف نسمة)
الزراعة	١٧	٤٦١	٣٦	٣٧٣
التعدين	٦	١	٣	١
الصناعة	٣٨٤	٦٥	٢٠٨	٢٣
الكهرباء	١٦	٤	٨	١
التشييد	١١٩	٢١	٤١	١٣
التجارة	٢١١	٥٦	٩٠	٣٨
النقل	١٢٦	٢٧	٦٠	١٢
التمويل	٣٠	٥	٩	٣
الخدمات	٤٨٩	١١٩	١٦٣	٥٥
المجموع	١٣٩٨	٧٥٩	٦١٨	٥١٩

ولحساب مقياس جيبس ومارتن للتنوع فى هذه المحافظات الأربع نحصل على مجموع مربع أعداد العاملين فى كل الانشطة الاقتصادية على النحو التالى :

المحافظة	مجموع مربع عدد العاملين	المحافظة	مجموع مربع عدد العاملين
القاهرة	٤٦٢٦٦١٦	الاسكندرية	٨٤٦٣٧
الدقهلية	٢٣٥٢٥٥	سوهاج	١٤٤٤٥١

ويجب التأكيد هنا على أنك نقوم بتربيع عدد العاملين فى كل نشاط اقتصادى اولا ثم جمع هذه القيم بعد ذلك وتكون النتيجة :

$$\text{مقياس التنوع فى القاهرة} = ١ - \frac{٤٦٢٦٦١٦}{(١٣٩٨)^{٢}} = ١ - ٠,٢٤ = ٠,٧٦$$

$$\text{وفى الدقهلية} = ١ - \frac{٢٣٥٢٥٥}{(٧٥٩)^{٢}} = ١ - ٠,٤١ = ٠,٥٩$$

$$\text{وفى الاسكندرية} = ١ - \frac{٨٤٦٣٧}{(٦١٨)^{٢}} = ١ - ٠,٢٢ = ٠,٧٨$$

$$\text{وفى سوهاج} = ١ - \frac{١٤٤٤٥١}{(٥١٩)^{٢}} = ١ - ٠,٥٤ = ٠,٤٦$$

وعلى ذلك ترتب المحافظات حسب درجة التنوع فى انشطتها الاقتصادية كالتالى : الاسكندرية - القاهرة - الدقهلية - سوهاج، ويفسر ذلك بأن المحافظتين الأخيرتين تستأثر الزراعة فيهما بنسب عالية من عدد العاملين بين الانشطة الاقتصادية.

٣ - دليل عدم التماثل :

وهو يشبه دليل التركز وان كان اسهل فى حسابه من ناحية ولا يتطلب رسوما بيانية للحصول عليه، ويمكن من خلاله معرفة درجة الاختلاف بين توزيع مجموعتين من النسب سواء كانت واقعية أو نظرية.

فإذا كان لدينا الجدول التالى الذى يمثل توزيع نسب سكان الولايات فى استراليا خلال فترات زمنية مختلفة والمطلوب حساب درجة عدم التماثل فى التغيرات التى حدثت فى التوزيع لأعوام ١٨٨١، ١٩٢١ من ناحية وعدم التماثل الذى حدث بين ١٩٢١ - ١٩٦١ من ناحية ثانية أى خلال فترتين كل منهما ٤٠ عاما.

توزيع نسب السكان فى الولايات الاسترالية ١٨٨١، ١٩٢١، ١٩٦١

الولاية	الشمالية	نيوسوث ويلز	فيكتوريا	الجنوبية	الغربية	كوينزلاند	تسمانيا
١٨٨١	٠,١٥	٣٣,٣٢	٣٨,٢٩	٢٨,٢٨	١,٣٣	٩,٤٩	٥,١٤
١٩٢١	٠,٠٧	٣٨,٦٩	٢٨,١٧	٩,١١	٦,١٢	١٣,٩١	٣,٩٣
١٩٦١	٠,٢٦	٣٧,٨٤	٢٧,٨٨	٩,٢٢	٧,٠١	١٤,٤٥	٣,٣٣
نسبة المساحة	١٧,٦٢	١٠,٤٢	٢,٩٦	١٢,٧٩	٣٢,٨٥	٢٢,٤٥	٠,٨٨

والمعادلة المستخدمة لحساب دليل عدم التماثل هى :

مجـ (س -ص) اذا كانت س أكبر من ص

أو مجـ (ص-س) إذا كانت ص أكبر من س

وتشير س،ص إلى مجموعات النسب التى يراد مقارنتها، وإذا كان مجموع النسب المئوية فى المجموعتين = ١٠٠ فان كلا من شطرى المعادلة سيعطى نفس النتيجة، وعادة ما تتراوح النتائج فى هذا المقياس بين صفر فى حالة التماثل الكامل و ١٠٠ عند أقصى حد لعدم التماثل.

وإذا طبقت المعادلة السابقة على توزيع سكان استراليا حسب الولايات فى عامى ١٨٨١، ١٩٢١ والتى يمكن أن يشار اليها بـ س، ص فان الولايات التى تظهر فيها قيمة س (السكان عام ١٩٨٨) أكبر من قيمة ص (السكان عام ١٩٢١) هى: الولاية الشمالية - فيكتوريا - جنوب استراليا - تسمانيا على حين تقل النسب فى باقى الولايات ولذلك فإذا ما حصلنا على الفروق تكون كالتالى:

بين ١٨٨١ - ١٩٢١	بين ١٩٢١ - ١٩٦١
الولاية الشمالية ٠,١٥ -٠,٠٧= ٠,٠٨	الشمالية ٠,٢٦ - ٠,٠٧ = ٠,١٩
فيكتوريا ٣٨,٢٩ - ٢٨,١٧ = ١٠,١٢	الجنوبية ٩,٢٢ - ٩,١١ = ٠,١١
جنوب استراليا ٢٨,٢٨-٩,١١=١٩,١٧	الغربية ٧,٠١-٦,١٢= ٠,٨٩
تسمانيا ٥,١٤-٣,٩٣ = ١,٢١	كوينز لاند ١٤,٤٥-١٣,٩١=٠,٣٤
المجموع ٣٠,٥٨	١,٥٣

ويبدو من ذلك أن مجموع الفروق في التوزيع خلال التاريخين الأول والثانى تساوى ٣٠,٥٨

وبتطبيق نفس المعادلة على الارقام الخاصة بعامى ١٩٢١، ١٩٦١ فان النتيجة ستكون ١,٥٣ وذلك يعنى أن التغيرات التى حدثت فى توزيع سكان الولايات المتحدة خلال الفترة الأولى أكثر منها خلال الفترة الثانية.

ويمكن بعد ذلك استخدام مساحات الولايات المبينة فى الجدول فى حساب درجة التركز الجغرافى للسكان فإذا ما توزع السكان بصورة عادلة تماما فان نصيب الولاية منهم لابد وأن يساوى ما تشغله من مساحة ولكن ليس هذا هو واقع الحال ويمكننا بمقارنة نسب كل من السكان والمساحة الحصول على دليل التركز فالولايات التى يجاوز حجمها السكانى عام ١٩٦١ ما تشغله من مساحة هى ثلاث ولايات فقط توضع نسب سكانها مقابل مساحتها كالتالى :

نيو سوث ويلز	٣٧,٨٤ -	١٠,٤٢	= ٢٧,٤٢
فيكتوريا	٢٧,٨٨ -	٢,٩٦	= ٢٤,٩٢
تسمانيا	٣,٣٣ -	٠,٨٨	= ٢,٤٥
المجموع	٦٩,٠٥	١٤,٢٦	٥٤,٧٩

وقد تستخدم ارقام السكان والمساحة احيانا لقياس درجة التركز السكانى فيقال أن ٦٩٪ من سكان استراليا يستوطنون ولايات مساحتها ١٤,٢٦٪ من مساحة الدولة.

الفصل السابع

الحركة والاتصال

أولا : أسس تحليل الحركة والاتصال بين الأقاليم والنقاط الجغرافية

- الاختلافات فى انماط النقل.
- ركائز دراسة الحركة فى الجغرافيا.
- المدرسة السويدية وأنماط الإنتشار ومراحله.
- نماذج نمو شبكات النقل

ثانيا : مقاييس الحركة والإتصال

- إمكانيات الإتصال بين مراكز الحركة :

أ - التغيرات فى وسائل النقل

ب - أقصر ممر فى مصفوفة.

جـ - أدنى مسافة للإتصال بين النقاط

د- علاقة المسافة بالأهمية النسبية للمنطقة

هـ - إمكانيات الإتصال من خلال المسافة والتغير

ثالثا : الخصائص العامة لشبكات الطرق (وصف الشبكات كمياً)

١ - مقاييس كثافة الطرق

٢ - قياس التعرجات فى الطريق

رابعا : مقاييس الحركة أو التدفق

١ - كثافة الحركة ٢ - الاتصال

خامسا : نماذج التفاعلات المكانية وطرق تحليلها

- قانون الجاذبية لتجارة التجزئة لرايلى
- تحديد نقطة الفصل لتجارة التجزئة


Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

الفصل السابع
الحركة والإتصال

أولا : أسس تحليل الحركة والإتصال بين الأقاليم والنقاط الجغرافية

عرف و. بايتسون W. Pattison الجغرافيا خلال السبعينات بأنها تدرس أربعة نظم أساسية هى النظام المكانى Spatial Tradition والإقليمى Areas Tradition وعلاقة الإنسان بالأرض Man-Land Tradition ثم نظام علم الأرض Earth Science Tradition وهذه النظم الأربعة تتداخل مع بعضها بصورة قوية بحيث يصعب الفصل بين فروع الجغرافيا الموضوعية المختلفة سواء كانت فى إطار إقليمى أو منهجى عام وتعالج موضوعا طبيعيا أم بشريا ، فقد يدرس طريق جديد أنشئ فى إحدى البلدان النامية مثلا ، ومن خلاله يمكن التعرف على آثاره فى نقل الأفكار والمخترعات أو انتقال المهاجرين أو ربط المنطقة سياسيا وإداريا ببقية أنحاء الدولة - هذا طبعا بجانب دراسته تقليديا من حيث طوله وامتداده والسلع المنقولة عليه .

وقد كان الجغرافيون فى الماضى يقدمون تفسيرات سطحية ومفتعلة لطبيعة العلاقات المعقدة والمتداخلة التى تربط الأقاليم ببعضها من خلال دراساتهم لأشكال الإرتباط بين الأوضاع الجغرافية فى أقاليم محددة على سطح الأرض ، ودفع ذلك إلى نفور كثيرين من الجغرافيا الإقليمية فى بعض الفترات وخاصة خلال الستينات ، والشئ اللافت للنظر أن اتجاهات الدراسات الجغرافية فى الفترة الأخيرة تبلورت من خلال أربع مدارس رئيسية هى :

١- مدرسة الإختلافات المكانية وفيها يصنف سطح الأرض إلى أقاليم محددة إستنادا لمعايير كانت موضع جدل ونقاش طويل وظهرت فى القرن التاسع عشر وكان من روادها هارتسهورن .

٢- مدرسة اللاندسكيب وتنقل إلى الخرائط المظاهر المرئية على سطح الأرض أو فى جزء منها ومن أشهر دارسيها ددلى ستامب فى إنجلترا .

٣- مدرسة الايكولوجيا وتعالج تأثير البيئة فى الإنسان ومدى تأثره بها وأطلق عليها الايكولوجيا البشرية وكان من أهم روادها باروز فى الولايات المتحدة .

٤- المدرسة الموقعية وأنصبت دراساتها على أهمية المواقع فى محاولات لايجاد نظرية توضح تأثير المواقع على الأنشطة البشرية ومن أهم روادها فون تنن ولوش وفيبر وكريستلر .

ويعمل النقل على إحداث تفاعلات بين المناطق المختلفة، ومن ثم يخلق أقاليما متمايزة وإقتصادياً وإجتماعياً ولكنه يربطها سويا فى نفس الوقت من خلال تدفق السلع والخدمات الضرورية للحياة بل وحركة الأفراد وعلاقاتهم الإقتصادية والإجتماعية ، وحتى فرص العمل الجديدة تسهم حركة النقل فى إتاحتها .

وتقيم حركة النقل إذا توافرت أساسياتها أنواعا جديدة من العلاقات بين الأقاليم تسهم فى التغيير بصوره المختلفة ، ويركز الجغرافيون هنا بشكل خاص على تغير قيمة المواقع والمظهر المرئى على سطح الأرض وعلاقاته بسواه ، كما أن طرق النقل مجال إهتمام لأتخاذ القرار الحكومى بشأنها ما هى إنسب الطرق ؟ واتجاهها ، وسماتها ، وتكاليفها والعائد المنتظر منها .... إلخ .

والحقيقة أن طرق النقل تؤثر فى الأنماط المكانية لتوزيعات الظاهرات البشرية بحيث تبدو مركزة أو متناثرة منتظمة أو غير منتظمة ودرجات الارتباط بين مجموعات هذه الظاهرات بمعنى كيف يؤدى وجود مجموعة معينة منها لجذب مجموعة أخرى أو أحيانا لإختفائها وعلى سبيل المثال عادة ماتكون محطات السكك الحديدية سببا فى وجود مجموعة من الأنشطة المترتبة عليها مثل المطاعم والمقاهى وأماكن الإيواء وباعة الصحف والمجلات فى الدائرة المحيطة بها .

والجانب الأخير فى دراسات النقل هو تأثير طرق النقل ووسائله والأنشطة المترتبة عليه فى عناصر البيئة، فطبيعة البيئة ونوعية المساكن والعلاقة بين حركة المرور وسير المشاه والوقاية من الضوضاء وتلوث الهواء كلها عناصر ذات أهمية حيوية فى دراسات علاقة الإنسان بالبيئة .

وتعتمد دراسات النقل فى الجغرافيا على أربعة مناهج إثنان تقليديان هما : المنهج الإقليمى والايكولوجى ، وإثنان بزغا مؤخرا هما التحليل المكانى الذى واكب التغيرات فى المفاهيم الجغرافية خلال الخمسينات والستينات، ويحاول هذا المنهج تطبيق قواعد عامة تظهر العلاقات القائمة بين الظاهرات ودورها فى إيجاد أنماط مكانية محددة لمراكز العمران ومناطق الإنتاج وشبكات النقل . أما المنهج الأخير فيمكن أن يطلق عليه منهج الرفاه الإنسانى وفيه تركز الأبحاث على مقدار وكيفية النفع أو الفائدة التى تتحقق للسكان من الأنماط المكانية السائدة والعمليات المؤثرة فى الموقع والبيئة ، ويشير مصطلح "الانتفاع" أو النفعية هنا إلى الإنجازات الإيجابية وصور القصور السلبية التى تضيف أو تنزع من رفاهية الإنسان أو نوعية حياته Quality of Life.

الإختلافات فى أنماط النقل :

هناك عوامل مختلفة تحدد هذه الإختلافات أهمها السرعة والطاقة والتكاليف الثابتة وتشمل الأخيرة تكلفة إقامة الطريق وصيانته وتكاليف نقاط البداية والنهاية وأجور السائقين أو الملاحين وأفراد الطاقم الآخرين ، ويتميز النقل المائى بانخفاض تكاليفه وطاقته الضخمة وإن كانت سرعته بطيئة ويحتاج لتكلفة عالية لوصول سلعه المنقولة لمراكز الاستهلاك داخل اليابس، ومن ثم يمكن القول أن البطء وإرتفاع تكاليف الشحن والتفريغ والتوزيع تؤدى لقلة ملاءمته للنقل فى المسافات القصيرة على حين تجعله مزاياه (إنخفاض تكاليف الصيانة والأجور والوقود) صالحا لنقل السلع الضخمة الحجم قليلة القيمة لمسافات طويلة .

وعادة مايكون النقل الجوى نقيضا للنقل البحرى فى كل شئ عدا إتفاقه معه فى إرتفاع تكاليفه عند نقاط النهاية وبالتالى فالعامل الأساسى فى زيادة تكاليف النقل الجوى هو استهلاكه الضخم من الوقود المرتفع الأسعار وأجور العاملين فيه ذات المستويات العالية . كما أن طاقته فى النقل محدودة وميزته الرئيسية هى عنصر الوقت .

ويتميز النقل بالطرق البرية بالمرونة مما يقلل من عمليات التبديل فى النقليات (من الباب إلى الباب) ، ولكنه لايمتلك الطرق التى يستخدمها ولايلتزم بتحمل تكاليف إقامتها وصيانتها ، وطاقته محدودة أيضا فمهمته التوزيع بشكل رئيسى . أما السكك الحديدية فأهم مميزاتها السرعة والطاقة الضخمة ومن عيوبها إرتفاع التكاليف الثابتة التى تنفق على الخطوط والمحطات والوقود وأجور العاملين .... إلخ) وعدم المرونة .

ركائز دراسة الحركة في الجغرافيا :

ولما كانت الأرض بأغلفتها الأربعة صلب وسائل وغازى وبيولوجى هى ميدان الدراسة الجغرافية التى تهدف لإظهار صور عدم التساوى فى هذا الإطار سواء كان ذلك بين الناس أو الموارد أو وسائل الإنتاج وأشكاله أو سبل الإتصال ، ومقدار الحركة أو التنظيم لذلك كله عنى الجغرافيون بأمور عدة هى :

١ - الشكل الهندسى للوضع القائم ممثلا فى القاعدة أو الأساس أو الحاوى الذى ترتكز عليه أشكال عدم التساوى Container Forms Of Ingredients.

٢- الطبيعة المكانية لهذا الوضع والمقصود بها المقياس : محلى - إقليمى - قومى - عالمى ، موقع الحالة المدروسة فى أمريكا - الشرق الأوسط إنجلترا .... إلخ .

٣- البعد الزمنى ممثلا فى الدورية التى تميز الحركة (قصيرة - يومية - شهرية - سنوية طويلة الأمد) أو التاريخ على وجه التحديد . وهنا يجب التمييز بين الأحداث الدورية أو المتكررة مثل أسلوب إدارة مزرعة على مدار العام أو الإتجاهات طويلة الأمد مثل نمو السكان منذ القرن الثامن عشر ، والأحداث التى تتم بصورة عشوائية كالزلازل والانهيارات الأرضية .

٤- وضع الظاهرة فى مكانها بين فروع الجغرافيا البشرية : اقتصادية - سياسية - إجتماعية - حضرية - ريفية ... إلخ .

٥- الجانب الحضارى للوضع القائم ممثلا فى مستوى التقنية - الدين ردود الأفعال الإجتماعية للسكان .

٦- وجهات نظر الباحثين القائمين على دراسة الوضع المحدد ومدى إنعكاسها على النتائج النهائية .

ولما كانت الروابط والرحلات Links and Journeys هى إحدى السبل التى ينظر من خلالها للعلاقات المكانية بين نقاط معينة على سطح الأرض أو لمساحات محددة منها فإن دراستها تعد من الأهمية بمكان للجغرافيين ، وتعرف الحركة أو النقل بأنها تدفق شئ ما عبر خطوط تربط بين نقاط او عقد مكونة من شبكات فى غالب الأمر ، وهذه العقد هى أماكن الإستقرار البشرى أو الإنتاج الإقتصادى للسلع أو تقديم الخدمات .

ويجب التمييز بين قنوات الحركة أولا ثم الأشياء المتحركة ثانيا (السكان - السلع - الخدمات - المعلومات) ووسيلة النقل ثالثا . ويلاحظ أن بعض القنوات محدد وواضح فى الواقع ويمكن نقله إلى الخرائط مثل خطوط الأنابيب والسكك الحديدية ، بينما يبدو بعضها الآخر أقل وضوحا فى الطبيعة مثل الخطوط الملاحية والجوية أو موجات البث الإذاعى والتليفزيونى .

وعلى سبيل المثال إذا أخذنا مكانين يمثل أحدهما نقطة الأصل Origin والثانى نقطة النهاية Destination وافترضنا وجود حركة بينهما يكون لدينا مايلى :

١- المكانين الأصلى والنهائى .

٢- الشئ المتدفق بينهما مثل المسافرين السلع - الرسائل ... إلخ .

٣- الطاقة المستهلكة فى مضمار الحركة وفى مثل هذه الحالات تختلف نوعية الطاقة فالمشاة وركاب الدراجات يستهلكون طاقاتهم الذاتية، وتستهلك بعض وسائل النقل الأخرى أنواعاً مختلفة من الوقود.

٤- توجد فى بعض الأحيان قناة Channel تتخذ لنفسها مجرى محدد Course أو طريقا Route أو مسارا معينا Path بين إثنين من العقد Nodes ويمثل ذلك خطوط الأنابيب أو السكك الحديدية أو خطوط الملاحة الجوية .

٥- تأخذ الحمولات المنقولة أحيانا صورة حاويات مغلقة .

٦- تتحمل وسيلة النقل فى بعض الحالات طاقما (الطائرات أو البواخر) أو سائقا بجانب المسافرين أو السلع المنقولة .

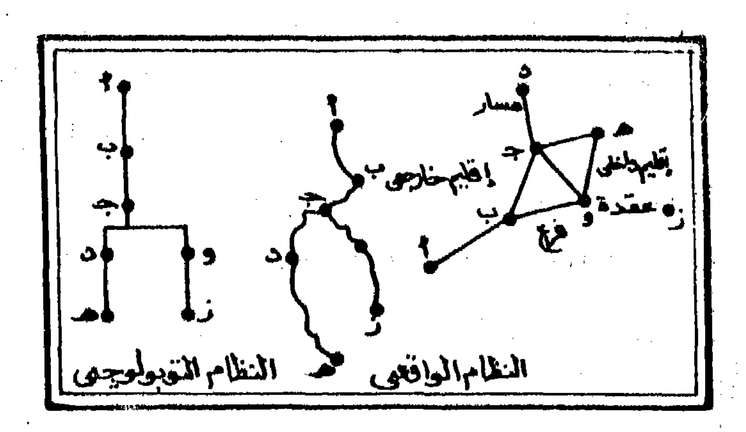
وربما تكون الجغرافيا بتحليلها للشبكات تستعين بعلم التوبولوجى وهو أحد فروع الهندسة (ظهر فى القرنين ١٨ ، ١٩) ولكنه يعتمد على بضعة فروض مسبقة تجاوز الهندسة الإقليدية العادية فالحجم Size والإتجاه Direction والتوجيه Orientation ومن ثم الشكل Shape لاتؤخذ جميعها فى الإعتبار عند محاولة إدراك التعادلات. وعلى سبيل المثال لاينظر إلى الدائرة والمربع باعتبارهما شكلين متكافئين فى الهندسة الإقليدية ، ولكنهما يتكافئان فى التوبولوجى ، فكلاهما "إقليمان مغلقان" بأقواس Arcs من وجهة نظر التوبولوجى ، وبجانب هذا كله يمكن لهذا الفرع من فروع الهندسة معالجة الأشكال ذات الأبعاد التى تتعدى إثنين .

وربما يمكن النظر إلى التوبولوجى من خلال إعطاء مثل بقطعة من المطاط يمكن تغيير شكلها من حيث المظهر الخارجى إلى حد كبير بشرط الخضوع لقواعد محددة عند إجراء التغيير ، وعلى ذلك نستطيع تحويل عدد من الدول أو مجموعات منها "توبولوجيا" إلى أشكال مختلفة عما نعرفه عن وضعها الطبيعى على الخرائط مثلما يحدث عند رسم الكارتوجرام لتمثيل أحجام سكان القارات أو الدول .

والأمر الواضح أن التوبولوجى لها أهمية خاصة فى الجغرافيا البشرية لأسباب عدة أولها تقديم أشكال هندسية أكثر مرونة مما نحصل عليه من وراء الهندسة الإقليدية ، بجانب إتاحة توظيف المصطلحات الخاصة المناسبة لعدد من الأشكال غير المنتظمة التى تصادفنا فى الواقع ويمثلها الكارتوجرافيون ببعدين فقط ، وفى مثل هذه الحالات تقدم التوبولوجى تحليلا دقيقا للشبكات من خلال تطبيق نظام صارم لمجموعة المصطلحات التى تصف هذه الشبكات .

والميزة هنا رسم الخرائط بصورة واقعية يطلق عليها اسم الكارتوجرام ، ويمثل الشكل التالى شبكة قطارات كهربائية تخترق انفاقا ومنه يبدو وضع الشبكة الحقيقى إلى اليمين وصورتها التوبولوجية فى اليسار ، وفى الحالة الأخيرة تظهر المحطات بشكل مختلف من حيث المسافات الفاصلة بينها، ولكنها ثابتة الترتيب أمام

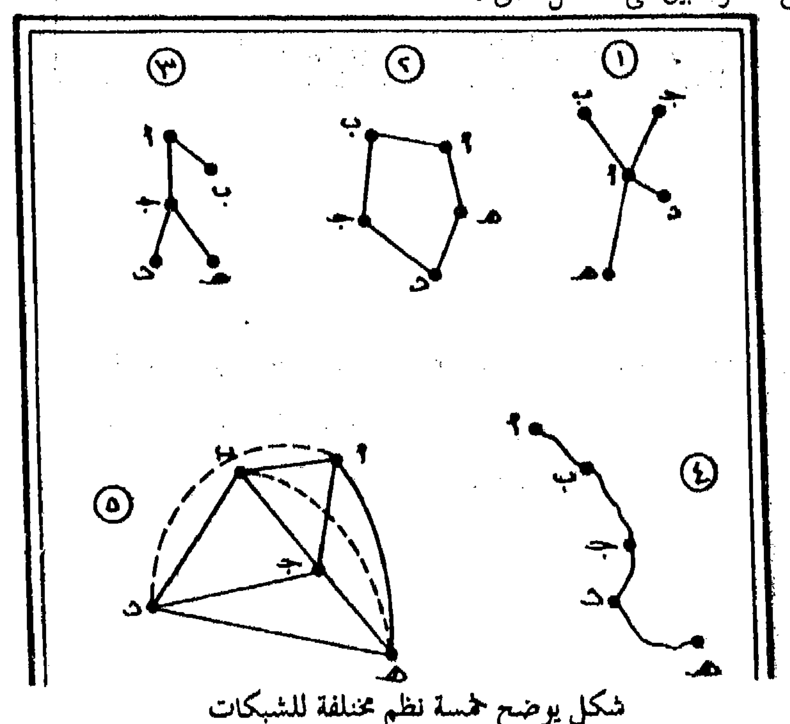
مستخدميها (وزعت المسافات الفاصلة بينها بصورة متساوية وهذا غير حقيقى) فالمعلومات الخاصة بالمسافات والاتجاهات بين المحطات لا يهتم بها كثيرا ركاب مترو الانفاق .



وعند توظيف التوبولوجى فى تحليل الشبكات ذات البعدين هناك ثلاثة مصطلحات أساسية هى العقدة أو البؤرة أو نقطة التلاقى Node والفرع أو الوصلة Branch وتسمى أحيانا Edge أو Arc ثم الإقليم Region.

وفى الشكل السابق الواقع فى أقصى يمين الصفحة يمكن ملاحظة وجود ست مدن تربط بينها شبكة سكة حديد هى أ إلى و بينما تقع المدينة ز بعيدا عن الشبكة ، وبالمعنى العام يمكن القول أن كل النقاط من أ إلى و تمثل عقدا ، غير أن التحديد الدقيق توبولوجيا لمفهوم العقدة يشير إلى تلك التى تتلاقى عندها ثلاث وصلات أو أكثر مثلما هو الوضع فى ب ، جـ ، و . وتمثل الوصلات التى تربط بين هذه العقد فروعا . أما الرحلة القاطعة لعدد من الوصلات أو الفروع فتسمى المسارات Paths كما فى حالة د – و ، ويشار إلى المساحات المحصورة بين الفروع كأقاليم داخلية والواقعة خارجها كأقاليم خارجية .

ويمكن فى كل حالات دراسات الشبكات توبولوجيا أو عن طريق نظرية الرواسم Graph Theory تحويل نقاط التلاقى هذه إلى أرقام ومقارنتها بسهولة على النحو المبين فى الشكل التالى :

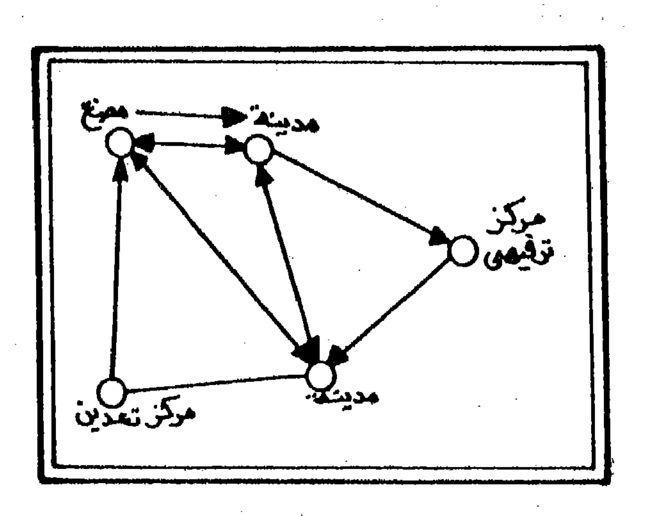


شكل يوضح خمسة نظم مختلفة للشبكات

ففى هذا الشكل يلاحظ وجود خمس شبكات تضم كل منها خمس عقد إلا أن كل منها لها هيكل خاص يختلف عن سواها ، فمن الواضح فى الشبكة رقم ٢

أن كل عقدة تتصل بنقطتين أخريتين ، بينما فى الشبكة رقم ١ تمثل العقدة أ موقعا حاكما بالنسبة لبقية النقاط . ومثل هذه الأشكال من الشبكات ربما تقدم مثالا واضحا لكثير من الظاهرات فى الواقع مثل خطوط الأنابيب ونظم الحدود الإدارية او الأنهار ومثل هذه الظاهرات قد يتخيل بعضها أحيانا (مثل الحدود الإدارية) .

وفى ميدان الجغرافيا الإقتصادية تركز دراسة الحركة على طبيعة العلاقات بين المناطق أو المراكز المختلفة وتحاول تنميطها فى مجموعات، ولاشك أنه كلما تعددت المراكز وتنوعت خدماتها ووظائفها كلما كانت علاقتها أكثر تعقيدا ، وفى محاولة للتبسيط يمكن تخيل مجموعة من العقد ذات نمطين إحداهما سكانية ممثلة لمراكز الإستقرار والثانية مراكز الخدمات والإنتاج وذلك على النحو المبين فى الشكل التالى:



ففى هذا الشكل يمكن تنميط العلاقات القائمة كما يلى :

١- علاقات بين مناطق الإنتاج ممثلة فى مركز التعدين ومكان المصنع .

٢- علاقات بين مناطق الإنتاج والسكان (المدينتان س١ س٢ والمصنع ومركز التعدين (ص ، ع) .

٣- علاقات بين مراكز الإستقرار بعضها البعض .

٤ – علاقات بين مراكز الإستقرار ومكان الترفيه (ل) .

غير أن الأوضاع لاتسير فى كل الحالات بهذه البساطة لأنها أكثر تعقيدا من ذلك . فإذا أخذت عشر مدن فى أى منطقة وحاولت إدراك علاقاتها ببعضها فمهما أجريت تصنيفات لهذه العلافات سيصعب حصر كل صور العلاقات القائمة .

وفى مجال العمران تركز دراسات الحركة على سهولة الوصول ويشمل ذلك ثلاثة أشياء هى المستقرين فى الريف وكيفية توزعهم ومدى توافر الخدمات والتسهيلات التى يحتاجونها السكان ، وخطوط الاتصال ووسائل النقل التى تربط السكان بخدماتهم .

وتقوم دراسة الشبكات فى مثل هذه الأحوال إستنادا إلى منهجين الأول قديم هو المنهج الأصولى الوصفى Ideographic Approach ويدرس الشبكات الطبيعية مثل الأودية (نظم التصريف النهرى) أو خطوط الكنتور ومدى ابتعادها عن مناطق أو مستويات الفيضانات المحتملة .

أما المنهج الثانى فهو الموضوعى Nomothetic Approach ويركز على درجة فعالية إتصال الشبكات ببعضها ومن ثم إكتمالها مطبقا الأساليب الكمية .

المدرسة السويدية وأنماط الإنتشار ومراحله:

عنيت المدرسة الجغرافية السويدية بدراسة الحركة بالنظر إليها كنوع من الإنتشار Type Of Diffusion ووضع هاجرستراند ستة أسس ضرورية لحدوث أى انتشار هى : المنطقة أو البيئة التى تحدث فيها عملية الإنتشار وهى إما متجانسة أو نمطية، وقد تساعد عليه فى أى اتجاه أو متباينة بصورة شديدة تحكم اتجاهات الإنتشار ومداه .

أما الأساس الزمنى فيمثل البعد الثانى فالظاهرة المنتشرة تحدث فى وقت ما وذلك إما ان يكون متصلا أو متقطعا بصورة دورية أو عشوائية منتظمة أو غير منتظمة ومن حيث مداه الزمنى قد يحدث فى أيام أو شهور أو سنوات أو لقرون وأحقاب .

والشيء المنتشر هو الركيزة الثالثة وهو يتألف من أشياء مادية محسوسة مثل السكان والسلع أو غير مادى كأنماط السلوك والرسائل الإعلامية والأمراض ، وتختلف مدى قابلية الأشياء للانتشار فالانفلونزا غير المخترعات الحديثة ، وفى درجة تقبل الإنسان لها واستيعابه .

والأساس الرابع يتمثل فى وجود منطقة أو مناطق أصل تبدأ منها عملية الإنتشار للسلعة أو الشيء ، وقد تكون هذه مدينة صغيرة أو كبيرة أو منطقة أو مجرد محطة للبث الإذاعى او التليفزيونى. أما الخامس فهو نقطة النهاية أو الحدود القصوى للإنتشار وكيف تعين جغرافيا ، ولاشك أن الأساس السادس هو المسالك أو المعابر المنقولة عبرها الأشياء .

وقسمت أنماط الإنتشار فى ظل هذه المدرسة إلى ٣ أنواع هى :

١ – الإنتشار بالتوسع Expansion Diffusion

وتنقل فيه المعلومات والأشياء من إقليم لآخر خلال فترة زمنية معينة ، ويغير الإنتشار لأقاليم جديدة من النمط المكانى بأسره ، وقد يمثل ذلك إنتشار سلالة جديدة من محصول معين أو إنتقال محصول ما من موطنه الأصلى لمناطق جديدة . وتنتمى عمليات إعادة التوطين Relocation diffusion لهذا النوع من الإنتشار ويمكن إتخاذ إنتشار الزنوج فى الولايات المتحدة من الجنوب إلى الشمال كنموذج لهذه الحالة الأخيرة .

٢– الإنتشار بالتجاور Contagious diffusion

ويقوم على الإتصال المباشر وفيه تلعب المسافة دورا رئيسيا فى عملية الإنتقال لأن الأفراد فى حركتهم والأقاليم القريبة فى إستقبالها يتأثران بصورة أشد بمدى المسافة الفاصلة، ويحدث الإنتشار هنا فى شكل الطرد المركزى من الأقليم الأصلى (الأصل) صوب الخارج .

٣– الإنتشار المتسلسل رئاسيا (الهيراركى)

وفيه ينتقل الشيء أو النمط الإستهلاكى المحدد من المركز الأعلى رتبة للأدنى منه ويمثل ذلك الإبتكارات والموضة عندما تنتقل من المدن الرئيسية لتلك الأصغر منها

إلى أن تصل إلى القرى ، وقد يحدث العكس عندما تنتقل الأشياء من أسفل إلى أعلى.

وقد قسم هاجر ستراند عملية الانتشار إلى أربع مراحل تأخذ موجات هى المرحلة الأولية ثم الانتشارية ومرحلة التركز وفى النهاية مرحلة التشبع ووضع لذلك نموذجا يقوم على إفتراض إنتشار أى شئ فى ظل تأثره بالمسافة بين موطنه الأصلى والمكان الذى سينتهى إليه ، وبمعنى آخر فإنه كلما بعدت المسافة قلت الكمية وضرب مثلا لذلك بالمكالمات التليفونية فى السويد والتى يقل عددها مع زيادة البعد عن المركز العمرانى وخلص إلى نتيجة مؤداها أن الانخفاض يحدث بنسبة ٨٠، ٤٠، ٢٠، ١٠، ٥ مع كل كيلومتر من الأول إلى الخامس ، ولاشك أن ذلك وضع مثالى لايتفق مع الواقع وخصوصا عند دراسة الأوضاع الإقتصادية والإجتماعية ، ولذا فقد إشترط هاجر ستراند تحقق إثنتا عشرة فرضية لبناء نموذجه هى :

١- أن المنطقة التى يحدث فيها الإنتشار تتكون من إقليم سهلى متجانس يمكن تقسيمه لمجموعة من الوحدات المكانية ذات توزيع سكانى متعادل .

٢- أن الفاصل الزمنى الذى يحدث فيه الإنتشار منفصل أو متقطع ويتوزع بصورة دورية منتظمة وتسمى كل فترة منه جيل Generation .

٣- تسمى الوحدات التى تملك الشئ المتنقل ويخرج منها المصدر وهى نقطة البداية للإنتشار .

٤- ترسل كل وحدة مكانية من الوحدات مالديها من معلومات مرة واحدة خلال كل فترة زمنية محددة .

٥- يحدث الإنتقال بصورة مباشرة بين كل وحدتين .

٦- ترتبط إحتمالات إستقبال الوحدات المكانية للمعلومات المرسلة من الوحدات الأصلية بعامل المسافة الفاصل بينهما فقط .

٧- يحدث إستيعاب للرسالة الأولى فى المكان الجديد عقب وصولها مباشرة .

٨- أن الرسائل المستقبلة لا تؤثر على الأوضاع الجديدة فى منطقة الإستقبال .

٩- أن الرسائل المستقبلة فى مناطق أخرى خارج حدود إقليم البحث لا أثر لها على الوضع القائم .

١٠-أن كل منطقة إستقبال توجد فيها "نقطة وسط" لمجال المعلومات قائمة Mean Information Field بصورة دائمة .

١١-أن موقع الخلية المستقبلة للمعلومات فى إطار المجال المحدد جاء بصورة عشوائية.

١٢-أن عملية الإنتشار يمكن أن تنتهى فى أى مرحلة من مراحلها . وعند إستخدام النموذج تطبق القاعدتان ١٠ ، ١١ بحيث تحدد نقطة الوسط لمجال المعلومات فى كل فترة زمنية بالنسبة لمصدر الإرسال لدرجة أن خلية المركز بالنسبة لرقعة الشطرنج تتوافق مع خلية المصدر ، ثم تختار أرقام عشوائية تبدأ من صفر إلى ٩٩٩٩ لتستخدم فى توجيه الرسالة معتمدة على القواعد الواردة فى الفروض ٤ ، ٦ :

وعلى أساس الفروض السابقة التى ترى أن احتمالات الإتصال فى نموذج التدفق هى دالة لكل من المسافة بين مكان الأصل (المصدر) ومكان الوصول وعدد السكان فى كل وحدة مكانية (خلية) وضع هاجر ستراند القانون التالى[1]:

ج َ = ج َى ن ى
―――――――――
مجـ ٢٥ ج ى ن ى
ن = ١

حيث : ج َى = إحتمالات الإتصال مع الوحدة المكانية أو الخلية ى المستندة إلى متوسط مجال المعلومات والسكان .

ج َى = إحتمالات الإتصال للخلية مع الوحدة المكانية ى والمعتمدة على الـ ٢٥ خلية لمتوسط مجال المعلومات .

ن ى = عدد السكان فى الوحدة المكانية ى .

---

(١) كتب القانون باللغة الإنجليزية فى الصفحة التالية .

مجـ "٢" = مجموع قيم ج ن

ى = ١ للخلايا الخمس والعشرين الواقعة ضمن متوسط مجال المعلومات والتى تصل إلى الخلية ى .

"يسمى هذا القانون إحتمالات الإتصال المعاير Weighting Contact Probabilities وقد ورد فى كتاب Hagget, P. Locatinal Analysis in

$$`Ci = \frac{`Ci\,Ni}{25`CiNi}$$

Where

`Ci = The Toint Probability of Contact With The 1th Cell Based On the mean Information Fields and Population.

`Ci = The Original Probability Of Contact With The 1th Cell Based on The 25 Cell, MIF.

Ni = The Number Of People in The 1th Cell.

25 = The Summation Of all CN Values For The 25 Cells Within The MIF Including The 1th Cell.

i = 1

ومن المهم ترجمة صور الإنتشار هذه إلى شبكات وتحويلها فى النهاية إلى مصفوفات لعدد نقاط الإتصال بين أجزاء الشبكة، وفى مثالنا السابق يكون للشبكات الخمس المشار إليها خمس عقد وإذا كانت هناك وصلة تربط بين زوجين من العقد يوضع فيها الرقم ١ أما إذا لم تتوفر فيوضع الرقم صفر . ومن الملاحظ أنه كلما زاد عدد العقد تزايد فى المقابل عدد الفروع الرابطة بينها ، وعندما ما يلتقى فرعان مثلما هو الحال فى الشكل ٥ بالنسبة للخط المتقطع أ- ج فمن المفروض أن تظهر عقدة جديدة عند التقاء الخط الجديد مع ب جـ . كما يمكن النظر إلى وجود فرع آخر يمر تحت هذا الفرع دون أن يوجد عقدة تلاقى ولذلك فإن عدد الفروع المحتملة بين العدد ن من العقد هو :

ن (ن - ١) ÷ ٢

وهذا فى الواقع نصف عدد مفردات المصفوفة ن × ن مستبعدا منها الجزء المائل الذى يسير من أقصى اليسار العلوى لأدنى اليمين السفلى ولاشك أن هذه المصفوفات تسهل كثيرا المقارنات بين الشبكات كما أن درجة الإكتمال يمكن

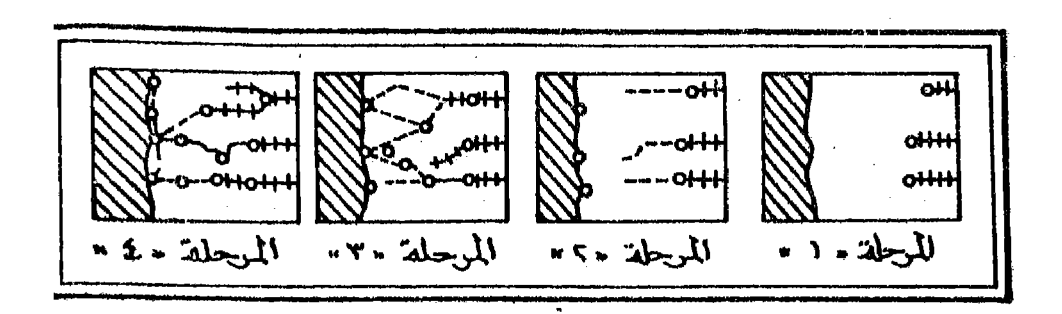
التأكد منها فمثلا فى الحالة السابقة هناك خمس عقد لابد أن يتراوح عدد الوصلات أو الفروع بين صفر فى حالة عدم وجود صلات إطلاقا ، ١٠ عند الإتصال الكامل أى عندما تكتمل الشبكة ، ولكى يكون لدينا صلة بين كل عقدة وبقية النظام الشبكى نحتاج إلى العدد ن - ١ من الفروع كما يظهر فى الأشكال من ١ إلى ٤ . وبصورة عامة إذا تكونت مصفوفة للشكل السابق ليحدد من خلالها أفضل عقد الإتصال بين أجزاء الشبكة يتضح أن جـ ، و هما أفضل نقطتين يمكن الوصول منهما لجميع أنحاء الشبكة مرورا بأقل عدد ممكن من النقاط .

نماذج نمو شبكات النقل :

تتألف أى شبكة نقل غالبا من مجموعة وسائل مختلفة تقطع منطقة ما وتتنافس مع بعضها أو تتكامل (سكك حديدية - طرق) وتحمل أشياء مختلفة (سلع ومسافرين وبريد) أو تتخصص إلى حد كبير بصورة دقيقة فى شئ محدد (أنبوب لنقل الغاز) أو خطوط نقل الكهرباء أو البرقيات . وفى هذا الجزء يفترض التركيز على وسيلة واحدة قائمة (سكة حديد مثلا) دون أن تأخذ فى الاعتبار عملية التنافس، والملاحظ عموما أن أى نظام للنقل قد ينمو أو يتدهور خلال الزمن متأثرا بطبيعة الإستغلال الإقتصادى للموارد القائمة من قبل السكان ومن ثم يمثل ذلك مرآة للتنمية أو التدهور فى الإقليم .

وعلى سبيل المثال إذا كانت هناك ثلاث مناطق متجاورة رسمت لها خرائط فى أربع مراحل زمنية مختلفة وافترض أن لهذه المناطق نفس الموارد والظروف الطبيعية المتماثلة وأجريت محاولة للتعرف على كيفية نمو شبكات النقل بين هذه المناطق وسواها يمكن ملاحظة تعاقب المراحل كالتالى :

المرحلة (١) المنطقة مجهولة وغير مأهولة ولايظهر على خريطتها سوى ثلاث مدن صغيرة تقع فى أقصى الشرق وترتبط بثلاثة خطوط حديدية محدودة الإمتداد تتجه نحو المناطق الواقعة إلى الشرق منها .



شكل يوضح مراحل نمو شبكات النقل في ثلاث مناطق متجاورة

المرحلة (٢) قامت محلات عمرانية جديدة نتيجة لاستقرار السكان على ساحل البحر بعد وصولهم إليه من الغرب وربما تكون بعض الشركات قد أقامت مراكز الإستقرار هذه .

المرحلة (٣) تم استكشاف موارد المنطقة وحددت المناطق الجبلية منها وعرفت إمكانياتها وامتدت الخطوط تدريجيا صوب الغرب .

المرحلة (٤) تعددت الطرق العابرة من الشرق إلى الغرب وارتبطت ببعضها ولكن ماتزال الطرق الشمالية – الجنوبية ضعيفة ومهملة ويمكن ملاحظة الصورة السابقة للنمو التدريجي لشبكات النقل في المناطق حديثة العهد بالاكتشاف مثل أمريكا الشمالية والجنوبية أو سيبيريا واستراليا حيث عينت مواقع الموارد الطبيعية من قبل مجموعات سكانية ذات تقنيات بينما كانت تسكن هذه الأقاليم جماعات ذات مستوى تقني أقل بكثير ومن ثم لعب إمتداد طرق النقل دورا مهما في تعمير هذه الأقاليم وقيام مراكز عمرانية جديدة على طول الطرق .

أما في الدول النامية فيلاحظ أن نمو شبكات النقل قام إعتمادا على الأوضاع السائدة التي قد تؤدي في معظم الحالات إلى إرتباط جيد بين المواقع الداخلية ومدن الساحل ، وإتصال ضعيف بين المراكز الأخرى ، وقد انطبعت

الخطوط الحديدية والطرق الحديثة المعبدة فوق النظم القديمة مثل دروب القوافل أو مسالك الحمالين أو مسارات العربات .

وفى أغلب الأحوال تنمو العلاقة هنا بين الموانى والعاصمة بصورة أسرع من غيرها ثم ماتلبث أن تمتد الخطوط بعد ذلك تدريجيا فى صورة شبكة نحو المناطق الأخرى ومع ذلك تبقى البنية الأساسية قائمة على محاور ربط العاصمة بالساحل ، ويعتبر نموذج تاف Taafe عن طرق النقل فى غانا خير مثال لهذا الوضع فى دولة خضعت للإستعمار لفترة زمنية سمحت بتوجيه طرق النقل للربط بين مناطق الإنتاج فى الداخل - التى تقوم فيها غالبا صناعات استخراجية أو يتخصص فى إنتاج محاصيل زراعية تصديرية (الكاكاو مثلا) - والموانى ذات العلاقة بالدول الإستعمارية وبالطبع تتهيأ فرص العمل فى مراكز الإدارة والإنتاج والنقل والتجميع وخدمات الطرق .

وتتواكب عملية نمو نظم النقل مع نمو المؤسسات ومراكز العمران، ويقوم عدد من الوصلات الجديدة بين المراكز المختلفة متتبعا النظام القائم. وتشير الدراسات الحديثة عموما لإتجاه شبكات النقل فى الدول النامية خلال العقود الثلاثة الأخيرة للإعتماد على الطرق البرية بدلا من السكك الحديدية وتكمن الصعوبة فى الحصول على خرائط حديثة عن الطرق وبيانات الحركة عليها عند إجراء أى بحوث أو دراسات عليها.

ثانيا : مقاييس الحركة والاتصال :

عادة ما تشير الخطوط التى ترسم على الخرائط (بإستثناء خطوط التساوى والشبكات التى لا تمثل ظاهرات فعلية) إلى قنوات للحركة مثل الأنهار أو طرق النقل أو إلى حدود تمثل حواجز للحركة وعندما تلتقى على الخريطة اثنتان أو أكثر من هذه الخطوط تتكون "عقدة" Node أما الخطوط التى تصل إلى هذه العقدة أو النوايات فتسمى Links أو أقواس Arcs وحينما يتكون نظام متكامل من النوايات والطرق التى تتصل بها تسمى شبكات Networks .

وقد أصبح تحليل الشبكات واحدا من ميادين دراسة الجغرافيا الكمية التى تطورت بصورة كبيرة فى السنوات الأخيرة . وتختلف أنواع الشبكات فقد تكون ذات بعدين فقط وتسمى Planar أو ذات ثلاثة أبعاد وتسمى Non Planar ويعنى بالبعدين أن معظم الدراسات تحلل شبكات أفقية على سطح الأرض ، والقليل منها هو الذى يهتم ببعد ثالث تحت السطح مثل شبكات قطارات الانفاق (المترو) أو شبكات الصرف بأنواعها ، وفى بعض الأحيان يكون البعد الثالث فى الغلاف الهوائى مثل خطوط الطيران أو طرق النقل الهوائية بين الجبال فى بعض المناطق والمعروفة باسم (التليفريك) .

وفيما يلى فكرة موجزة عن بعض الأساليب الكمية المستخدمة فى دراسة الشبكات والتى يمكن أن تتمثل فى وجهات نظر ثلاث :

١- امكانيات الإتصال بين مراكز الحركة .

٢- الخصائص العامة لنظام الطريق .

٣- الخصائص العام لتدفق الحركة .

(١) امكانيات الاتصال بين مراكز الحركة :

وهذه تدرس إما من خلال عدد الطرق التى تصل إلى هذا المركز . ولذا فإنه من الممكن قياس مدى الدور المركزى الذى تلعبه مدينة ما فى أداء وظائف محددة للمناطق التى تحيط بها من خلال عدد الطرق التى تربطها بهذه المناطق أو من خلال معدلات وصول القطارات إليها أو سيارات النقل العام إلى قلبها التجارى . غير أنه يجب ملاحظة النسبية فى مفهوم الاتصال إذا قيس من خلال "عقدية" مكان ما ، فهذا وحده لايكفى فى معظم الحالات ، فالناظر إلى خريطة ما ربما يظن أن المراكز التى تتجمع عندها طرق النقل هى أكثر المراكز اتصالا بسواها وفى بعض الأحيان قد لاتكون تلك هى الحقيقة الكاملة .

وربما كان بناء مصفوفات الاتصال Accessibility Matrix أبسط الطرق المستخدمة في قياس دور مركز لتجمع طرق النقل كميا ، وتبنى هذه المصفوفات من خلال أربع متغيرات أساسية هي :

أ – عدد التغيرات التى تحدث فى وسائل النقل للوصول بين نقطتين .

ب– أقصر ممر فى مصفوفة .

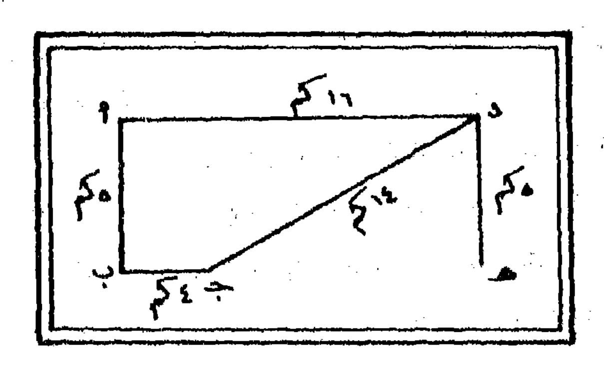
جـ– أدنى مسافة يمكن أن تقطع للوصول بين نقطتين .

د – علاقة المسافة بالأهمية النسبية لكل نقطة .

هـ– محاولة تركيب أكثر من نوع من الأنواع السابقة (التغيير والمسافة مثلا) ومعرفة دوره فى النقل .

أ– التغيرات فى وسائل النقل :

إذا نظرت إلى الشكل التالى الذى يبين توزيع خمس نقاط نظرية والمسافات



شكل يبين شبكة من الطرق ونقاط التقائها

الفاصلة بينها فإنك يمكن أن تصل مباشرة بين النقط أ ، ب ، جـ وبين أ ، د دون حاجة إلى تغيير الطريق أو الوسيلة المستخدمة فى الانتقال . أما إذا رغبت فى الوصول إلى جـ وأنت فى أ فلا بد من المرور بالنقطة ب وتغيير الوسيلة أو الطريق كذلك الأمر بالنسبة للنقطة هـ .

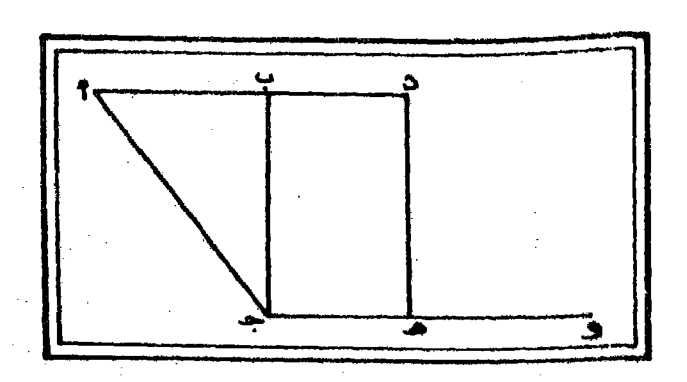
واستنادا إلى ذلك يمكن بناء مصفوفة توضح عدد التغيرات فى الانتقال والتى تلزم للوصول بين كل نقطة من هذه النقاط الخمس وبقية النقط وذلك على النحو التالى :

النقطة	أ	ب	جـ	د	هـ	إمكان الوصول	
						جملة	الرتبة
أ	-	صفر	١	صفر	١	٢	٢
ب	صفر	-	صفر	١	٢	٣	٤
جـ	١	صفر	-	صفر	١	٢	٢
د	صفر	١	صفر	-	صفر	١	١
هـ	١	٢	١	صفر	-	٤	٥

ويبين هذا الجدول أو المصفوفة أن التغيرات اللازمة فى وسائل النقل للاتصال بين أ وباقى النقط عددها ٢ وبين ب وباقى النقاط عددها ٣ وهكذا تكون ٢ فى حالة جـ ، ١ فى حالة د ، ٤ فى حالة هـ وبالتالى يمكن القول أن النقطة د هى أكثر النقاط أفضلية من حيث إمكان اتصالها ببقية المراكز دون حاجة سوى إلى تغيير واحد ومن ثم ينظر إلى هذه النقطة باعتبارها مركزا أو عقدة لبقية النقاط يحقق سهولة الاتصال دون تغيير بثلاث نقاط أخرى ولايلزم التغير فى وسائل النقل منه سوى مرة واحدة للوصول للنقطة (ب) .

(ب) أقصر ممر في مصفوفة :

ويمكن توضيح ذلك بمثال آخر يبين أقصر ممر فى مصفوفة من ست نقاط على النحو المبين فى الشكل والجدول التالى :



النقاط	أ	ب	جـ	د	هـ ١	و	عدد الوصلات	الرتبة
أ	-	١	١	٢	٢	٣	٩	٥
ب	١	-	١	١	٢	٣	٨	٣
جـ	١	١	-	٢	١	٢	٧	١
د	٢	١	٢	-	١	٢	٨	٣
هـ	٢	٢	١	١	-	١	٧	١
و	٣	٣	٢	٢	١	-	١١	٦

والواضح أن عدد المسافات التى تقطع للوصول من أ إلى وثلاث هى أجـ ، ج هـ ، هـ و ، هكذا بالنسبة لبقية النقاط ، ويسمى عدد المسافات المطلوبة للربط بين نقطة معينة مما سبق وأقصى نقطة فى الشبكة الرقم الرابط وكلما صغر أشار لسهولة الوصول وفى الشكل السابق تأخذ العقد ب ، د كلها القيمة ٨ على حين أن افضل المواقع هى جـ ، هـ وقيمتها ٧، وفى حالة أ تبلغ ٩، وعند و تصل إلى ١١

(جـ) أدنى مسافة للإتصال بين النقاط :

إذا غيبت جانبا التغيرات فى وسائل النقل أو الطرق وبدأ التعامل مع المسافة باعتبارها متغير له دور فى سهولة الاتصال فكما يبدو من الشكل الأسبق فإن المسافة

بين أ ، ب = ٥ كم وبين ب ، جـ = ٤ كم ، جـ ، د = ١٤ كم ، د - هـ = ٥ كم . فإذا كان المسافر يبغى الانتقال من أ إلى جـ فإن مجموع المسافة التى يقطعها تساوى :

المسافة بين أ ، ب = ٥ كم + المسافة بين ب ، جـ = ٤ كم أما إذا رغب فى الوصول من أ إلى د فإن المسافة تصبح ١٦ كم إذا كانت مباشرة وتصل إلى ٢٣ كم إذا كانت مارة بـ أ ب ، ب جـ ، ج د لأنها تساوى ٥ + ٤ + ١٤ . وهكذا يمكن بناء مصفوفة تبين أقصر مسافة ممكنة بين هذه النقاط الخمس على النحو التالى:

النقطة	أ	ب	جـ	د	هـ	إمكان الوصول	
						جملة المسافة	الرتبة
أ	صفر	٥	٩	١٦	٢١	٥١	٣
ب	٥	صفر	٤	١٨	٢٣	٥٠	٢
جـ	٩	٤	صفر	١٤	١٩	٤٦	١
د	١٦	١٨	١٤	صفر	٥	٥٣	٤
هـ	٢١	٢٣	١٩	٥	صفر	٦٨	٥

ويلاحظ هنا أن المصفوفة هدفها إظهار دور المسافة فى إمكان الاتصال بين المراكز المختلفة ، وبالتالى فالبحث ينصب على النقطة التى يمكن منها الوصول أوالاتصال بكل النقاط بأقل مسافة ممكنة وذلك بغض النظر عن الاعتبارات الأخرى، وهى فى هذه الحالة تتمثل فى النقطة جـ (٤٦ كم) والتى تحتل المرتبة الأولى .

(د) علاقة المسافة بالأهمية النسبية لكل منطقة :

قد لاتتساوى النقاط هذه فى أهميتها على الطبيعة بمعنى أنها إذا كانت تمثل خمس مدن متفاوتة الحجم السكانى بحيث تكون ١٠ ، ٢٠، ٣٠، ٤٠، ٥٠ ألف نسمة لكل واحدة منها على الترتيب . فهنا لابد من ادخال قيمة كل حجم من هذه

الأحجام لإبراز الأهمية النسبية لكل منها بجانب عامل المسافة فإذا فرض أن مصنعا لمنتجات الألبان سيقام لخدمة هذه المراكز الخمس وأن حجم السكان هو المتغير الرئيسى المؤثر على توزيع منتجات هذا المصنع وتريد الجهة المسئولة عن إقامته معرفة أنسب هذه المدن من حيث إمكانية توصيل أو توزيع المنتجات فإنه يمكن إدخال حجم السكان فى كل مدينة كمتغير لمعايرة القيمة الفعلية للاستهلاك .

ويصبح فى هذه الحالة لديك مصفوفة تبين دور المسافة - الحجم السكانى لهذه المدن الخمس بحيث يتم معايرة المسافات بالأهمية النسبية لكل مدينة سكانيا وذلك بضرب بعد المدينة الأولى بالكيلو متر فى وزنها السكانى والذى يمكن أن يشار إليه باعتباره ١ وفى حالة المدينة الثانية فى ٢ وهكذا طالما أن أحجام المدن التى تساوى ١٠ ، ٢٠، ٣٠، ٤٠، ٥٠ تتوزع تناسبيا بنسب ١، ٢، ٣، ٤، ٥ وبذلك يصبح لديك المصفوفة التالية :

النقطة	أ	ب	جـ	د	هـ	إمكان الوصول: جملة	إمكان الوصول: الرتبة
أ	صفر×١	٥×٢	٩×٣	١٦×٤	٢١×٥	٢٠٦	٥
ب	٥×١	صفر×٢	٤×٣	١٨×٤	٢٣×٥	٢٠٤	٤
جـ	٩×١	٤×٢	صفر×٣	١٤×٤	١٩×٥	١٦٨	٣
د	١٦×١	١٨×٢	١٤×٣	صفر×٤	٥×٥	١١٩	١
هـ	٢١×١	٢٣×٢	١٩×٣	٥×٤	صفر×٥	١٤٤	٢

وبذلك فإن المدينة د هى التى تحقق أقل تكاليف فى توزيع منتجات الألبان من المصنع وذلك على فرض أن المتغيرات الأخرى بخلاف المسافة والسكان لادور لها فى التأثير على تسويق المنتجات .

(هـ) امكانيات الاتصال من خلال المسافة والتغير :

وترمى هذه الطريقة إلى توليف أكثر من مصفوفة مما سبق حيث تزاوج بين عاملى التغير والمسافة فعادة يميل المسافر أو من ينقل السلع والمتجات إلى التقليل بقدر الإمكان من المسافة والتغير فى وسائل النقل . فإذا افترض على سبيل المثال أن التغير فى وسائل النقل بين النقاط يساوى فى تكلفته إضافة عشرة كيلومترات للمسافة ورجعنا إلى الجدول الذى يبين عدد مرات التغير فى وسائل النقل عند كل نقطة فإن النتائج يمكن أن تجمع بين النوعين من المصفوفات هما مصفوفة التغير ومصفوفة المسافة (المصفوفة الأولى والثانية) على النحو التالى :

النقطة	التغير بين النقاط كما هو فى المصفوفة الأولى (س)	مجموع المسافات الفعلية (المصفوفة الثانية) (ص)	إمكانية الوصول س + ص	الرتبة
أ	٢ × ١٠ = ٢٠	٥١	٧١	٣
ب	٣ × ١٠ = ٣٠	٥٠	٨٠	٤
جـ	٢ × ١٠ = ٢٠	٤٦	٦٦	٢
د	١ × ١٠ = ١٠	٥٣	٦٣	١
هـ	٤ × ١٠ = ٤٠	٦٨	١٠٨	٥

تطبيـق :

إذا كان الجدول التالى يمثل المسافات بالكيلو متر بين خمس من المدن المصرية مقربة لأقرب عشرة كيلومترات فحدد إمكانية الاتصال بينها بالطرق على فرض أن هذه المدن متساوية الحجم ثم إذا علمت أن أحجامها السكانية هى على الترتيب ٠,٥، ٣، ٣,٢ ، ٢ ، ١٥، ٠, مليون نسمة، فإدخلها كمعيار للأهمية النسبية لكل مدينة وبين أيضا إمكانية الاتصال بينها .

المدينة	القاهرة	الاسكندرية	طنطا	دمنهور	كفر الدوار
القاهرة	–	٢١٠	٩٠	١٦٠	١٩٠
الاسكندرية	٢١٠	–	١٢٠	٥٠	٢٠
طنطا	٩٠	١٢٠	–	٧٠	٩٠
دمنهور	١٦٠	٥٠	٧٠	–	٣٠
كفر الدوار	١٩٠	٢٠	٩٠	٣٠	–

ثالثا : الخصائص العامة لشبكات الطرق (وصف الشبكات كميا)

إذا ما رسمت شبكة من الطرق على خريطة معينة فقد تظهر بصورة غير واضحة الفائدة فهى مجرد شبكة تصل بين مجموعة من النقاط ، ولذا حاول دارسو جغرافية النقل اطلاق مسميات وصفية على أنواع الشبكات فهذه شبكة اشعاعية تتفرع من نقطة مركزية أو تصب عندها وتلك شبكة متعامدة على بعضها ولكن كثيرا ما تكون الشبكات لاتظهر شكلا محددا يمكن وصفه .

وترتب على ذلك أن ظهرت أساليب كمية يمكن عن طريقها التوصل إلى وصف الشبكة وسنعنى هنا بمناقشة نوعين منها :

(١) مقاييس الكثافة .

(٢) مقاييس التعرج .

ويمكن أن يضاف إلى ذلك مقاييس الحركة أو التدفق من خلال قياس درجة الاتصال .

(١) مقاييس كثافة الطرق :

تقاس كثافة الطرق في أى منطقة بمعرفة علاقة أطوالها بمتغيرين أساسيين هما المساحة والسكان، وعادة ما يعبر عن ذلك بالأميال أو الكيلومترات لكل مائة كيلو متر مربع أو ميل مربع من المساحة أو لكل عشرة آلاف نسمة من السكان

فيقال مثلا أن كثافة الطرق فى مصر تبلغ ٢,٧ ك.م لكل مائة كيلو متر مربع من المساحة أو ٧ ك.م لكل عشرة آلاف نسمة من السكان عام ١٩٧٦ .

بيد أن هذه المقاييس للطرق قد تكون مضللة فى حالات كثيرة فمثلا بالنسبة لعلاقتها بالمساحة فى حالة دولة مثل مصر تبدو غير حقيقية نظرا لتكاثف الطرق فى القسم المأهول بشدة عن القسم غير المأهول من البلاد، بجانب أن الأطوال فى بعض الأحيان لطريق معين قد تزداد نتيجة لكثرة المنحنيات فيه . ولذا فقد تستخدم بجانب الأطوال فى بعض الأحيان عدد نقاط التلاقى والتى عادة ما ترتبط مع بعضها البعض الآخر خصوصا فى الدول المتقدمة .

(٢) قياس التعرجات أو الانحناءات فى الطريق :

يمتد الطريق المستقيم الذى يربط بين أى نقطتين على سطح الأرض على طول قوس من دائرة كبيرة (إذا تغاضينا عن المناطق المنخفضة التى قد تعوق مساره وتمثل حفرا فى قشرة الأرض)، وإذا كانت المسافة التى يقطعها الطريق صغيرة فإنه يظهر كخط مستقيم على الخريطة . ولكن فى معظم الأحوال لاتسير الأمور على هذا المنوال فى الواقع فمن الصعب أن تجد طريقا مباشرا ومستقيما تماما يربط بين أى نقطتين، فالمنحنيات التى تنشأ لتفادى العقبات الطبيعية توجد فى معظم الطرق وبسببها قد يضطر الطريق إلى تغيير مساره قليلا ليضم إليه مركزا عمرانيا .

ويمكن قياس درجة انحناء أقصر الطرق الذى يربط أى نقطتين بما يعرف كميا باسم دليل التعرج وصيغته كالتالى :

$$\text{دليل التعرج} = \frac{\text{أقصر مسافة لطريق فعلى يربط بين النقطتين أ ، ب}}{\text{أقرب مسافة نظرية بين أ ، ب}} \times ١٠٠$$

ويمكنك استخدام هذا المقياس لمعرفة دليل التعرج للطريق الزراعى مثلا بين الاسكندرية ودمنهور حيث تبلغ المسافة ٦٠ كم بينما إذا قيست المسافة التى تفصل بين المدينتين فى صورة خط مستقيم من خريطة بمقياس رسم ١ :مليون فإنها ستبلغ

٥,١ سم أى ما يساوى ٥١ ك.م ويعنى ذلك أن دليل التعرج لهذه المسافة من الطريق :

$$= \frac{٦٠}{٥١} \times ١٠٠ = ١١٧$$

وبطبيعة الحال فإنه كلما ارتفعت قيمة الدليل أشار ذلك إلى كثرة التعرجات فى الطريق . ويمكن أن يحسب دليل التعرج هذا لأكثر من مدينة تتجمع عندها شبكة الطرق ثم توضع الأرقام فى مصفوفات ويحسب منها المتوسط أو الوسيط لدليل التعرج بين كل مدينة وما يحيط بها من مدن وبالتالى فى النهاية يمكن الحصول على المتوسط العام للشبكة كلها على النحو التالى :

دليل التعرج

المدينة	أ	ب	جـ	د	متوسط المركز أو النواة
أ	-	١٥٠	١٣٥	١٥٩	١٤٨
ب	١٥٠	-	١١٨	١٢٩	١٣٣
جـ	١٣٥	١١٨	-	١٥٣	١٣٥
د	١٥٩	١٢٩	١٥٣	-	١٤٧

فهنا يبلغ دليل التعرج بين أ ، ب ١٥٠ وبين أ ، جـ ١٣٥ ، أ ، د ١٥٩ ومجموع هذه القيم ٤٤٤ تقسم على ٣ (عدد المدن التى تصل إليها الطرق) فيكون الناتج ١٤٨ وهكذا يمكن حساب المتوسطات لباقى المدن ثم يحسب المتوسط العام للشبكة كلها فى النهاية والذى يساوى

$$\text{مجموع المتوسطات} = \frac{(١٤٨+١٣٣+١٣٥+١٤٧)}{٤} = ١٤١$$

ويمكن حساب الدليل لشبكة ثانية وثالثة وهكذا يمكن مقارنتها .

تطبيـــق :

إذا اعتبرت الطرق التى تربط بن المدن التالية فى الدلتا تمثل شبكات منفصلة احسب دليل التعرج لكل شبكة منها :

(١) دمنهور – كفر الدوار – حوش عيسى – دسوق – إيتاى البارود .

(٢) طنطا – كفر الزيات – بنها – شبين الكوم – المحلة الكبرى .

(٣) الزقازيق – المنصورة – بنها – أبو كبير – بلبيس .

رابعاً مقاييس الحركة أو التدفق :

تمثل الطرق او الشبكات مجالا لحركة السلع والأفراد أكثر من مجـرد كونهـا أطوالا مطلقة وفيما يلى مقياسان للحركة على الطرق :

(١) كثافة الحركة :

تعتمد كثافة الحركة على الطريق على حجم السـكان مـن ناحيـة والمسـاحة التـى تخدمهـا الشـبكة مـن ناحيـة أخرى بجـانب أطـوال الطـرق . ولذلـك يبـدو أن استخدام الأساليب الكمية فى المقارنة بين كثافة الحركة على الشبكات المختلفة أمـرا ميسورا وهنا نقسم كمية الحركة على :

أ – عدد السكان الذى تخدمه الشبكة .

ب– طول الطريق .

وتقاس الحركة بإحدى طريقتين :

أولهما : عدد السيارات /كم (يعنى تعبير سيارة/كم حركة السـيارة لمسـافة كيلومـتر واحد على الطريق وإذا كانت عشر سيارات/كيلومتر فإن ذلك يعنى سيارة واحدة تتحرك لمسافة عشرة كيلو مترات أو عشر سيارات تتحرك كل منهـا كيلو مترا واحدا).

وثانيهما : عدد السيارات التى تستخدم الطريق أو الشبكة فى وقت معين، وهذا ربما كان من الصعب الحصول عليه خصوصا عند دراسة الشبكة كلها ولذلك

يمكن الاستعاضة عنه بحساب متوسط مجموعة من الاحصاءات للحركة على الشبكة خلال فترة تؤخذ من نقاط محددة على الطريق .

(٢) الاتصال :

ويعني به درجة الاتصال المباشر بين نقاط تجمع الشبكة الواحدة وهذا المفهوم أهميته فى دراسة شبكات النقل العام لأن الانتقال أو النقل الخاص عادة من "الباب إلى الباب" أى أنه مباشر .

وتقاس درجة الاتصال من خلال معرفة ما إذا كان خط معين للنقل يمكن أن يصل بالمسافر إلى هدفه مباشرة أم أنه يحتاج إلى التغير فى وسيلة النقل أو فى الخط ويستخدم لذلك :

(أ) مقياس بيتا = عدد نقاط الوصل بين أجزاء الشبكة / عدد مراكز تجمعها ( )

أو قد يعبر عنه بالرموز كما يلى :

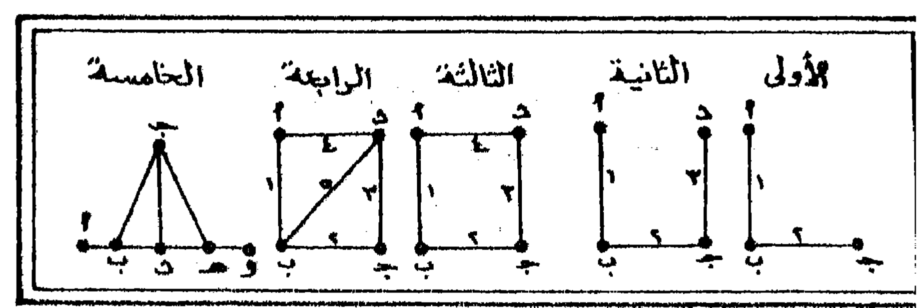
$$\text{بيتا } (B) = \frac{ى}{ن}$$

(وبيتا حرف لاتينى يستخدم فى الرياضيات)

فإذا كان عدد مناطق الوصل أو الأتصال عشرة وعدد المراكز ست فإن القيمة متساوى $\frac{١٠}{٦} = ١,٦٧$

ولكن يعيب هذا المقياس أنه يعتمد على عدد المراكز كمتام وهذا العدد يختلف من شبكة إلى أخرى ولذا فإنه لايصلح للمقارنة إلا بين الشبكات التى تتساوى أعداد نقاط تجمعها .

وفيما يلى تطبيق لهذا المقياس :



ا – مقياس بيتا : $\frac{\text{عدد الوصلات}}{\text{عدد العقد}}$ = أو $\frac{\text{ن}}{\text{ى}}$

فى الحالة الأولى مقياس بيتا = $\frac{٢}{٣}$ = ٠,٦٧ والثانية = $\frac{٣}{٤}$ = ٠,٧٥

والثالثة = $\frac{٤}{٤}$ = ١ والرابعة = $\frac{٥}{٤}$ = ١,٢٥ والخامسة = $\frac{٧}{٦}$ = ١,١٧.

(ب) الرقم الدائرى : **Cyclomatic Number**

ويقيس عدد الدوائر الأساسية أو الدورات التامة التى تحققها الشبكة ويساوى عدد الوصلات مطروحا منها عدد العقد أو مراكز التجمع مضافا إليها قيمة ثابتة هى الرقم ١. وهنا تحقق كل الشبكات التى لاتكتمل فيها الدائرة القيمة صفر فمثلا فى الحالتين الأولى والثانية تكون قيمة الرقم الدائرى :

(١) ٢ – ٣ + ١ = صفر

(٢) ٣ – ٤ + ١ = صفر

وكلما كبر الرقم الناتج أشار إلى سهولة الاتصال بين أجزاء الشبكة ففى ثالثا = عدد الوصلات ٤ – عدد العقد ٤ + ١ = ١ وتتحقق الدائرية هنا . أما فى رابعا فتكون النتيجة ٥ – ٤ + ١ = ٢ وفى خامسا ٧ – ٦ + ١ = ٢ وهكذا ..

(جـ) مقياس ألفا :

وهو يساوى الرقم الدائرى ÷ أكبر قيمة للرقم الدائرى

أو بمعنى آخر = $\frac{\text{عدد الوصلات – عدد العقد + ١}}{\text{٢ × عدد العقد – ٥}}$ =

فإذا كانت لديك القيم التالية عدد الوصلات = ٤١

عدد العقد = ٣٩

فالنتيجة = $\frac{٤١ - ٣٩ + ١}{٢ \times ٣٩ - ٥}$ = $\frac{٣}{٧٣}$ = ٠,٠٤١

(د) دليل الاتصال Connectivity Index

ويحاول قياس عدد نقاط الاتصال الموجودة فعلا فى الشبكة بالنسبة لأقصى عدد من نقاط الاتصال يمكن أن يوجد بها . ويمكن الحصول على أقصى عدد لنقاط الاتصال باستخدام المعادلة $\frac{١}{٢}$ ن (ن - ١) .

حيث تشير ن إلى عدد نقاط التجمع أو التلاقى فى الشبكة ولذلك فإن دليل الاتصال :

$$= \frac{ى}{\frac{١}{٢}ن(ن - ١)}$$

فإذا كان عدد العقد ٦ وعدد الوصلات ١٠ فإن دليل الاتصال

$$= \frac{١٠}{\frac{١}{٢}\times٦(٦-١)} = \frac{١٠}{\frac{١}{٢}\times٦\times٥} = \frac{١٠}{١٥} = ٠,٦٧$$

ويعنى ذلك أن درجة الاتصال تساوى $\frac{٢}{٣}$ أقصى درجة ممكنة تتحقق للاتصال المباشر بين أجزاء الشبكة .

مثال آخر : عدد الوصلات ٢٢

عدد العقد ٢٥ عند ذلك يكون دليل الاتصال

$$= \frac{٢٢}{\frac{١}{٢}\times٢٥(٢٥-١)} = \frac{٢٢}{\frac{١}{٢}\times٢٥\times٢٤)} = \frac{٢٢}{\frac{١}{٢}(٦٠٠)} = ٠,٠٧$$

وهذه المقاييس الأربعة بسيطة إلى حد ما ولكنها مؤشرات مهمة لدرجة الاتصال أو لمدى الصفة التركيبية فى شبكات النقل ، وكما هو معروف فإن درجة الاتصال بين الشبكات ماهى إلا انعكاس لمستويات التنمية الاقتصادية السائدة ولذا فبعد أن كان مؤشر بيتا لشبكة النقل فىغانا مثلا عام ١٩١٠ يساوى ٠,٦ صار ٠,٩١ عام ١٩٢٧ ، ١,٣ عام ١٩٥٩ الأمر الذى يؤكد نمو اقتصادها طبقا للمعايير الغربية أو الأوربية .

وبالرغم من بساطة وسهولة حساب المقـاييس السابقة إلا أن عليهـا بعض المآخذ وهى على كل حال "تكنيك" يـزود الجغرافى بعـدد مـن الأدوات تمكنـه مـن وصف ومقارنة الشبكات كميا بل يمكن تحويل بعض مؤشرات إمكانية الوصـول إلى أزمنـة بـدلا مـن مسـافات أو إلى تكـاليف مما يعطـى مؤشـرات أفضـل لنوعيـات الاتصالات داخل الإقليم الواحد .

خامسا : نماذج التفاعلات المكانية وطرق تحليلها :

وتقوم فى أغلبها على توظيف قوانين نيوتن للجاذبية وتستخدم فـى العديـد من الأغراض الجغرافية ومعظم تطبيقاتهـا تـتركز فـى تخطيـط النقـل وتجـارة التجزئـة وأهمها :

– قانون الجاذبية لتجارة التجزئة لرايلى : Reily

ويفترض أن قدرة مدينة مـا علـى استقطاب تجـارة التجزئـة إليهـا تتناسـب طرديا مع حجم السكان فى هذه المدينة وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينها وبين أقرب المدن الأخرى .وإذا رمز للقدرة على الجذب بالرمز ع ولسكان المدينة الأخرى بالرمز ك يمكن وضع المعادلة التالية :

$$ر ع = \frac{س ع}{ع ك ف^{2}}$$

حيث تكون س ع حجم سكان المدينة ع

ع ك $ف^{2}$ مربع المسافة الفاصلة بين المدينتين.

ولمعرفة المقدرة على الجذب السكانى لمركزين تجاريين واقعين فى مدينـة مـا يمكن تطبيق المعادلة السابقة لكل منهما على حدة بحيـث تحـدد القيـم المحسوبة نسبة كل منهما من تجارة التجزئة للسكان المقيمين بين الاثنين .

وإذا افترضت أن لديـك مدينتيـن همـا أ ، ب وحجـم سـكان الأولى ١٢٢ ألف نسمة والثانية ٥٠ ألف نسمة والمسافة الفاصلة بينهما وبـين طريـق رئيسـى ٣٢ كيلومتر ، وكانت المدينة الثالثة حـ تبعـد عـن أ ١٧,٥ كيلومـتر ، وعـن ب ١٤,٥ كيلومتر وسكانها ١١٥٨٤ نسمة فإن قانون رايلى يكون :

بالنسبة لـ أ = $\frac{122000}{(17,5)^2} = \frac{122000}{306,25} = 398,38$

بالنسبة لـ ب = $\frac{50000}{(17,5)^2} = \frac{50000}{210,25} = 237,81$

وعلى ذلك تكون النسبة بين أ ، ب هى ٣٩٨٣٨ : ٢٣٧٨١ وبالتالى توضع بشكل آخر لتصبح ٦٧,٥٪ من تجارة تجزئة جـ ستذهب إلى أ ، ٣٢,٥٪ منها ستتجه إلى ب .

تحديد نقطة الفصل لتجارة التجزئة :

طورت معادلة رايلى السابقة ليستخلص منها نقطة الفصل بين أى مركزين تجاريين وعرفت بأنها تشير للحد الفاصل بين المجال الطاغى او السائد Dominant sphere لنفوذ واحد من مراكز تجارة التجزئة عن المراكز الأخرى .

وإذا أشير لنقطة الفصل بالرمز ص فيمكن حساب المسافة (ف) بين المركز التجارى الواقع فىالمدينة أ فى المثال السابق وحتى نقطة الفصل على النحو التالى :

$$ف\ ص\ أ = \frac{ف\ ع\ أ}{1 + \sqrt{س\ أ \div س\ ب}}$$

وتشير ف ص أ إلى قيمة نقطة الفصل

ف ع أ إلى المسافة الفاصلة بين المدينة أ والطريق الرئيسى .

س أ ، س ب لسكان المدينتين أ ، ب

وبالتطبيق تكون النتيجة :

$$ف\ ص\ أ = \frac{32}{1 + \sqrt{122000 \div 50000}} = \frac{32}{1 + \sqrt{2,44}}$$

$$= \frac{32}{1 + 1,56} = \frac{32}{2,56} = 12,5 \text{ كيلو متر .}$$

وعليه يكون موضع نقطة الفصل للمدينة أ على مسافة ١٢,٥ كيلومتر منها فى اتجاه ب وعلى مسافة ١٩,٥ كم من ب وليس معنى هذا أن تجارة التجزئة تتجه

حتما طبقا للتحديد السابق نحو المدينة الأقرب، فهذه النقطة المفترض عندها إمتداد الخط النظرى الموجه للإنفاق فى تجارة التجزئة بحيث يكون ٥٠٪ من هذا الإنفاق متجها لإحدى المدينتين ، ٥٠٪ للأخرى .

ولاشك أن قانون رايلى مهم فى توقع أنماط الحركة التجارية ولكنه يعانى من صور للقصور منها أن الناس عادة لاتتحتم فرص اختيارهم عند بديلين فقط وإنما قد تتوزع على بدائل عدة ، كما أنه يفترض اتجاه كل إنفاق السكان وبنسبة ١٠٠٪ إلى مركزهم التجارى وهذا لايحدث غالبا ، ويساوى النموذج بين كل رحلات التسويق فى الأهمية وهو أمر صعب فالسلع الإستهلاكية اليومية تتمحور غالبا فى منطقة صغيرة بشكل أكبر من السلع المعمرة، والمؤكد أن طاقة وإمكانيات المركز التجارى ذات تأثير على قدرته على الجذب وليس السكان والمسافة وحدهما .

الفصل الثامن

الإرتباط

واختبار معنوية النتائج

- معنى الإرتباط وشروطه.

أولاً : معامل إرتباط العزوم.

ثانياً : معامل إرتباط الرتبة (سبيرمان).

ثالثاً : معامل إرتباط كندال.

رابعاً : الإرتباط الجزئى.

خامساً : الإرتباط النصفى.

سادساً : مصفوفات الإرتباط.



الفصل الثامن

الإرتباط واختبار معنوية النتائج

- معنى الارتباط وشروطه :

يعتبر إدراك العلاقات بين المتغيرات المختلفة سواء فى إطار المكان الواحد أو الأماكن المختلفة من الأهداف التى يسعى الجغرافى إلى التعرف عليها ، وقد كان الوصف هو وسيلته الوحيدة لمعرفة هذه العلاقات واظهارها . ولذلك يمكن ملاحظة وجود عبارات معينة فى كثير من الدراسات الجغرافية مثل هناك ارتباط واضح بين متوسط المطر السنوى الساقط على منطقة جغرافية وانتاجها من محصول معين يعتمد على مياه الأمطار فى الرى أو بين كثافات السكان وسيادة حرفة اقتصادية ما، وذلك يعنى أن التغيرات التى تحدث فى إحدى الظاهرتين تصاحبها فى الغالب تغيرات مقابلة تختلف فى درجاتها فى الظاهرة الأخرى .

والارتباط فى الاحصاء ليس سوى طريقة يتم من خلالها حساب معامل يصف درجة العلاقة القائمة بين مجموعتين من الأرقام وبحيث يمكن اختبار هذا المعامل فى نهاية الأمر للتأكد من درجة صدقه لأن هناك احتمالا لوجود مجرد صدفه بحته تربط بين مجموعتين من الظاهرات ، فأحيانا قد يكون لديك عدد محلات الأحذية وعدد محلات العصير مثلا فى مدينة الاسكندرية وتوزيعها الجغرافى فتجد ارتباطا بينها وهو بطبيعة الحال لا يتعدى ارتباط صدفه بحته لعدم وجود علاقة على الاطلاق بين المتغيرين .

بيد أن الأمر يجب أن يكون واضحا عند حساب الارتباط لأن العلاقة بين المتغيرين ليس من الضرورى أن تكون علاقة سبب ونتيجة بمعنى أنه إذا ما حسب معامل الارتباط واستبعد احتمال الارتباط القائم على الصدفة بين مجموعتين من الأرقام ووجد أن العلاقة قوية بين متغيرين فلا يعنى ذلك مطلقا أن احدهما سببا فى وجود الآخر وذلك لأن إدراك علاقة السبب - التأثير تعتمد على الباحث الدارس ولاتحدد عن طريق الارتباط وإنما تستنبط من أدلة أخرى مختلفة .

وكانت محاولات حساب الارتباط فى البداية قائمة على إدراك العلاقات بين أى ظاهرتين من خلال الانحدار ، ويعنى ذلك محاولة توقيع قيم الظاهرتين فى رسم بيانى واحد بحيث تمثل إحداهما على المحور الأفقى والأخرى على المحور الرأسى, وكان "سير فرانسيس بالتون" اول من عرف الارتباط فى الربع الأخير من القرن التاسع عشر واستخدم الرمز (ر) للإشارة إليه .

وهناك إتجاه الآن لاستخدام النماذج السببية Causual Modelling كأسلوب خاص لتحليل مسار العلاقات بين الظاهرات وهذا يساعد على تفهم كل أنواع العلاقات وليست علاقات المتغيرات التابعة والمستقلة .

ويمكن أن يسمى الارتباط تاما موجبا إذا كانت نسبة التغير الموجب فى إحدى الظاهرتين هي نفسها التى تحدث فى الظاهرة الثانية ، كما يسمى تاما سالبا إذا كانت إحدى الظاهرتين تتزايد بنفس النسبة التى تتناقص بها الظاهرة الأخرى فى المقابل .

وتنحصر قيم الارتباط الناتجة بين أى ظاهرتين جميعها داخل إطار المثالين السابقين ويعطى ذلك فيما تتراوح بين +١ فى حالة الارتباط التام الموجب ، -١ فى حالة الارتباط التام السالب ، ولذلك فإن نتائج حساب الارتباط تقع بين هذين الحدين الأقصى والأدنى ، أما إذا جاءت النتيجة مختلفة فيرجع ذلك لخطأ فى عمليات الحساب أو فى تطبيق القانون .

ويعنى هذا أن القيم التى تقترب من +١ أو -١ تشير إلى وجود درجات قوية من الارتباط الموجب والسالب فى الحالتين أما القيم التى تقترب من صفر فتشير إلى ضعف الارتباط سواء كان موجبا أو سالبا .

ويبين المثال التالى حالة الارتباط التام الموجب بين مجموعتين من الأرقام وحالة الارتباط التام السالب بين مجموعتين أخريتين ، ويمكن ملاحظة توزيع النقاط التى تمثل الظاهرتين فى الحالة الأولى والثانية وفيه يظهر اتجاه الانحدار فى الحالة الأولى من أقصى الركن الأيسر بصورة صاعدة حتى الركن الأيمن ، وفى الحالة الثانية

ينحدر توزيع النقاط بصورة عكسية من أعلى إلى أسفل ومن الجانب الأيسر حتى الجانب الأيمن بصورة هابطة :

الظاهرة الأولى (س)	١	٢	٣	٤	٥
الظاهرة الثانية (ص)	٣	٦	٩	١٢	١٥
الظاهرة الثالثة (أ)	١	٢	٣	٤	٥
الظاهرة الرابعة (ب)	١٥	١٢	٩	٦	٣

ارتباط العزوم = -١

ارتباط العزوم = +١

أولاً : معامل ارتباط العزوم Product Moment Correlation Coefficient

وهو أقوى الأساليب التى يمكن عن طريقها معرفة درجة الارتباط بين ظاهرتين ويمكن استخدامه أحيانا فى الدراسات الجغرافية بحيث يعطى نتائج على درجة كبيرة من الدقة .

وتقوم فكرة قياس الارتباط هنا على استخدام مدى انحراف كل مجموعة من القيم عن وسطها الحسابى كأساس للحصول عليه ، ويتم ذلك عن طريق الخطوات التالية :

١- نحصل على المتوسط الحسابى لمجموعتى القيم س ، ص بمعنى حساب س/، ص/.

٢- نحصل على الانحرافات عن س/، ص/ وذلك بطرح (س - س/) ، (ص - ص/) .

٣- نحصل على الانحراف المعيارى لمجموع القيم س ، والقيم ص ويمكن فى هذه الحالة استخدام القانون :

$$ع = \sqrt{\frac{\text{مجـ } س^{2}}{ن} - (\bar{س})^{2}}$$

وذلك اختصارا للعمليات الحسابية أو استخدام القانون الذى سبقت الإشـارة إليه من قبل ، وكذلك لنحصل على الانحراف المعيارى لقيم ص بنفس الطريقة.

٤ – تضرب الانحرافات عن الوسـط الحسـابى لقيـم س فـى الانحرافـات عـن الوسـط الحسابى لقيم ص وتجمع الانحرافات الموجبة والسالبة ونحصل على الفرق بينهما بغض النظر عن الإشارة موجبة أو سالبة .

٥ – يطبق القانون التالى :

$$\frac{\frac{1}{ن} \text{ مجـ } (س - \bar{س})(ص - \bar{ص})}{ع\,س \times ع\,ص}$$

ر = معامل ارتباط العزوم .

ن = عدد القيم

س – س̄، ص – ص̄ انحرافات القيم عن الوسط الحسابى .

ع س ، ع ص الانحراف المعيارى لقيم س وقيم ص .

ويبين الجدول التالى مثالا للحصول على معامل الارتباط من هذا النوع

س	ص	س٢	ص٢	(س − س̄)	(ص − ص̄)	(س − س̄) (ص − ص̄)	(س ص)
٨٠	٣٠	٦٤٠٠	٩٠٠	٣٠,٩٢	− ١٢,٣٣	− ٣٨١,٢٤	٢٤٠٠
٦١	٢٩	٣٧٢١	٨٤١	١١,٩٢	− ١٣,٣٣	− ١٥٨,٨٩	١٧٦٩
٢٣	٣٣	٥٢٩	١٠٨٩	− ٢٦,٠٨	− ٩,٣٣	+ ٢٤٣,٣٣	٧٥٩
٩٤	٢١	٨٨٣٦	٤٤١	٤٤,٩٢	− ٢١,٣٣	− ٩٥٨,١٤	١٩٧٤
٨٧	٦١	٧٥٦٩	٣٧٢١	٣٧,٩٢	١٨,٦٧	+ ٧٠٧,٩٧	٥٣٠٧
٣٧	٥٦	١٣٦٩	٣١٣٦	− ١٢,٠٨	١٣,٦٧	− ١٦٥,١٣	٢٠٧٢
٦٤	٨٦	٤٠٩٦	٧٣٩٦	١٤,٩٢	٤٣,٦٧	+ ٦٥١,٥٦	٥٥٠٤
٢٢	٦٩	٤٨٤	٤٧٦١	− ٢٧,٠٨	٢٦,٦٧	− ٧٢٢,٢٢	١٥١٨
٢٣	٢٢	٥٢٩	٤٨٤	− ٢٦,٠٨	− ٢٠,٣٣	+ ٥٣٠,٢١	٥٠٦
٤٢	٣٨	١٧٦٤	١٤٤٤	− ٧,٠٨	− ٤,٣٣	+ ٣٠,٦٦	١٥٩٦
١٧	١٨	٢٨٩	٣٢٤	− ٣٢,٠٨	− ٢٤,٣٣	+ ٧٨٠,٥١	٣٠٦
٣٩	٤٥	١٥٢١	٢٠٢٥	− ١٠,٠٨	٢,٦٧	− ٢٦,٩١	١٧٥٥
٥٨٩	٥٠٨	٣٧١٠٧	٢٦٥٦٢			+ ٥٣١,٧١	٢٥٤٦٦

$$\bar{\text{س}} = \frac{٥٨٩}{٥٠٨} = ٤٩,٠٨$$

$$\bar{\text{ص}} = \frac{٥٠٨}{١٢} = ٤٢,٣٣$$

$$\text{ع س} = \sqrt{\frac{٣٧١٠٧}{١٢} - (٤٩,٠٨)^{٢}} = ٢٦,١٤$$

$$\text{ع ص} = \sqrt{\frac{٢٦٥٦٢}{١٢} - (٤٢,٣٣)^{٢}} = ٢٠,٥٣$$

وعلى ذلك يمكن تطبيق القانون السابق كما يلى :

$$= \frac{١}{١٢} \left(\frac{٢٩٤٤,٢٤ - ٢٤١٢,٥٣}{٢٦,١٤ \times ٢٠,٥٣} \right) =$$

$$= \frac{\frac{٥٣١,٧١}{١٢}}{٥٣٦,٦٥} = \frac{٤٤,٣١}{٥٣٦,٦٥} = ٠,٠٨٢$$

وهنا يمكنك ملاحظة أن كل الخطوات التى اتبعت هى فى النهاية ليست سوى جمع نتيجة حاصل ضرب انحرافات القيم فى الحالتين عن الوسطين الحسابيين لكل من س ، ص وقسمتهما على عدد القيم ثم قسمة هذا كله فى النهاية على حاصل ضرب الانحراف المعيارى لكل من قيم س وقيم ص .

ولما كانت هذه الأرقام تتوزع فى س ، ص بصورة أقرب ما تكون إلى العشوائية فإن معامل ارتباط العزوم هنا قريب من الصفر إلى حد ما ، ولكنه لايصل إلى صفر تماما ، ويظهر بوضوح أن الأرقام تتوزع بصورة عشوائية ، ويؤكد هذا شكل الانتشار إذا مارسم ، وعلى ذلك نخرج بنتيجة مؤداها أن الارتباط بين قيم س، ص سابق الإشارة لها ارتباط ضعيف موجب، وهنا لسنا فى حاجة إلى اختبار مصداقية معامل الارتباط لأن التوزيع عشوائى ولا يظهر قدرا من الارتباط يحتاج إلى اختبار ثقة فيه .

ويمكن استخدام قانون آخر لحساب معامل ارتباط العزوم هذا إذا كان الطالب يحتاج للتقليل من عمليات الحساب وصيغته كما يأتى :

$$\frac{\frac{مجـ\ س\ ص}{ن} - \bar{س}\ \bar{ص}}{ع\ س \quad ع\ ص}$$

وفى حالة المثال السابق نحصل على مجموع حاصل ضرب س × ص وهو يساوى ٢٥٤٦٦ وبقسمته على ن (عدد القيم) يكون الناتج ٢١٢٢,٠٨ نحصل على قيمة سَ × صَ وهذه تساوى ٢٠٧٧,٥٥ ولدينا الانحراف المعيارى لقيم س وقيم ص من قبل وتكون النتيجة :

$$ر = \frac{\frac{٢٥٤٦٦}{١٢} - ٤٩,٠٨ \times ٤٢,٣٣}{٢٦,١٤ \times ٢٠,٥٢}$$

$$= \frac{٢١٢٢,١٧ - ٢٠٧٧,٥٥}{٥٣٦,٦٥} = \frac{٤٤,٥٣٣}{٥٣٦,٦٥} = ٠,٠٨٢٩$$

مثال : إذا كانت لديك القيم التالية لمتغيرين همــا س،ص فأحسـب معـامل الارتبـاط بينهما

س : ٥ ٤ ٣ ٨ ٧ ٢ ٦ ٥ ٤ ٣ = ٤٧

ص : ١٣ ٩ ٦ ١٨ ١٦ ٤ ١٢ ١٢ ١٠ ٧ = ١٠٧

وهنا سَ = $\frac{٤٧}{١٠}$ = ٤,٧

وهنا صَ = $\frac{١٠٧}{١٠}$ = ١٠,٧

وفى هذه الحالة يمكن تكوين جدول لهذه القيم على النحو التالى للتوصل إلى حساب معامل الارتباط :

س	ص	س٢	ص٢	س ص	(س - سَ)	(ص - صَ)	[(س - سَ) (ص - صَ)]
٥	١٣	٢٥	١٦٩	٦٥	٠,٣	٢,٣	٠,٦٩
٤	٩	١٦	٨١	٣٦	- ٠,٧	- ١,٧	١,١٩
٣	٦	٩	٣٦	١٨	- ١,٧	- ٤٠٧	٧,٩٩
٨	١٨	٦٤	٣٢٤	١٤٤	٣,٣	٧,٣	٢٤,٠٩
٧	١٦	٤٩	٢٥٦	١١٢	٢,٣	٥,٣	١٢,١٩
٢	٤	٤	١٦	٨	- ٢,٧	٦,٧	١٨,٠٩
٦	١٢	٣٦	١٤٤	٧٢	١,٣	١,٣	١,٦٩
٥	١٢	٢٥	١٤٤	٦٠	٠,٣	٠,٣	٠,٣٩
٤	١٠	١٦	١٠٠	٤٠	- ٠,٧	- ٠,٧	٠,٤٩
٣	٧	٩	٤٩	٢١	- ١,٧	٣,٧	٦,٢٩
٤٧	١٠٧	٢٥٣	١٣١٩	٥٧٦			٧٣,١

$$ع\,س = \sqrt{\frac{مجـ\,٢س}{ن} - (\bar{س})٢}$$

$$= \sqrt{\frac{٢٥٣}{١٠} - (٤,٧)٢} = \sqrt{٢٥,٣ - ٢٢,٠٩} = ١,٧٩$$

$$\text{ع ص} = \sqrt{\frac{\text{مجـ }^2\text{ص}}{\text{ن}} - (\bar{\text{ص}})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1319}{10} - (10.7)^2} = \sqrt{131.9 - 114.49} = 4.17$$

وعلى ذلك تكون

$$\text{ر} = \frac{\frac{576}{10} - 50.29}{4.17 \times 1.79} = \frac{57.6 - 50.29}{7.46}$$

$$= \frac{7.31}{7.46} = 0.97$$

وإذا طبقت الطريقة الأولى :

$$\text{ر} = \frac{\frac{1}{\text{ن}} \text{ مجـ } (\text{س} - \bar{\text{س}})(\text{ص} - \bar{\text{ص}})}{\text{ع س} \times \text{ع ص}}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(73.1)}{4.17 \times 1.79} = \frac{7.3}{7.5} = 0.97$$

وفى النهاية يمكن أن تحسب معامل ارتباط العزوم هذا بقانون ثالث هو :

$$\text{ر} = \frac{\text{مجـ س ص} - \frac{(\text{مجـ س})(\text{مجـ ص})}{\text{ن}}}{\sqrt{\left(\text{مجـ }^2\text{س} - \frac{(\text{مجـ س})^2}{\text{ن}}\right)\left(\text{مجـ }^2\text{ص} - \frac{(\text{مجـ ص})^2}{\text{ن}}\right)}}$$

$$= \frac{576 - \frac{107 \times 47}{10}}{\sqrt{\left(253 - \frac{(47)^2}{10}\right)\left(1319 - \frac{(107)^2}{10}\right)}} = \frac{576 - 202.9}{\sqrt{5588.61}}$$

$$= \frac{73.1}{74.8} = 0.977$$

وفى كل الحالات السابقة نخلص إلى أن الارتباط موجب وقوى بين المتغيرين وتبدو الاختلافات طفيفة بسبب فروق التقريب، وتتميز الطريقة الأخيرة بحساب الانحراف المعيارى ضمنا لكل من س ، ص .

ثانياً : معامل ارتباط الرتبة (سبيرمان) :

وهى طريقة أخرى لحساب الارتباط أبسط من الطريقة السابقة فى حسابها وتعطى نتائج قريبة منها فى نفس الوقت بحيث تصل درجة الدقة إلى ٩١٪ من قيمة المعامل السابق، وقد أطلق عليها ارتباط الرتب لأنها تحسب مدى ارتباط رتب مجموعتين من القيم وليس ارتباط القيم نفسها ، ويمكن استغلال هذه الطريقة جيدا فى الدراسات الجغرافية بحيث ترتب الوحدات المكانية أو الجغرافية حسب القيم التى تحققها فى ظاهرتين ويقاس الارتباط بينها ويقوم حساب الارتباط من هذا النوع على القانون :

$$\text{س ر} = ١ - \frac{\text{٦مجـ ف}^{٢}}{\text{ن}^{٣} - \text{ن}} \quad \text{أو ن (ن}^{٢}\text{-١)}$$

حيث س ر = معامل ارتباط سبيرمان

مجـ ف٢ = مجموع مربعات اختلاف الرتب بين القيم

ن = عدد القيم .

ويمكن حساب معامل الارتباط من هذا النوع بين متغيرين لهما أهمية فى مجال الدراسات الجغرافية مثل معدلات نمو السكان ونسبة النمو فى نصيب الفرد من الناتج القومى ، ويمكن اختيار مجموعة من دول العالم ذات الأحجام المتوسطة التى تتراوح احجامها السكانية بين ١٢ مليون نسمة ، ٩٠ مليون نسمة وذلك من أجل مقارنة الأقطار المتشابهة بقدر الإمكان . وقد استبعدت الدول ذات الحجم الكبير والصغير لأننا عند حساب معامل ارتباط سبيرمان تعطى القيم المختلفة للدول نفس الأهمية أو الوزن، فعلى سبيل المثال لا يمكن اعتبار وزن دولة مثل الهند حجمها السكانى يصل إلى ٥٣٧ مليون نسمة مساويا لنسبة دولة مثل ترينيداد وتوباجو فى أمريكا الوسطى والتى قوامها مليون نسمة فقط ، وقد اختيرت فى المثال أكبر سبع دول فى غرب أوروبا من حيث حجم السكان وسبع دول أخرى اختيرت عشوائيا

من بقية دول العالم التى تتمتع بالثقة فى دقة بياناتها حول معدلات نمو السكان ومعدلات النمو فى نصيب الفرد من الدخل القومى .

ويبين الجدول التالى الأرقام وطريقة حساب معامل ارتباط سبيرمان لهذين المتغيرين :

الدولة	معدل نمو السكان ٪	الرتب	معدل نمو الدخل القومى للفرد	الرتب	فرق الرتب (ف)	مربع الفرق ف٢
البرازيل	٣,٠	٢	١,٦	١٠	٨	٦٤
نيجيريا	٢,٤	٤	٠,٣-	١٢,٥	٨,٥	٧٢,٢٥
المانيا الغربية	١,٠	١١	٣,٤	٥,٥	٥٠٥	٣٠,٢٥
بريطانيا	٠,٧	١٤	٢,٠	٨	٦,٠	٣٦
ايطاليا	٠,٨	١٣	٤,٠	٣	١٠,٠	١٠٠
فرنسا	١,١	٩,٥	٣,٧	٤	٥,٥	٣٠,٢٥
المكسيك	٣,٥	١	٣,٤	٥,٥	٤,٥	٢٠,٢٥
اسبانيا	٠,٩	١٢	٦,٥	١	١١,٠	١٢١
مصر	٢,٥	٣	١,٦	١٠	٧,٠	٤٩
بورما	٢,١	٦	١,٦	١٠	٤,٠	١٦
يوغوسلافيا	١,١	٩,٥	٤,٢	٢	٧,٥	٥٦,٢٥
أفغانستان	٢,٠	٧	٠,٣-	١٢,٥	٥,٥	٣٠,٢٥
هولندا	١,٣	٨	٣,٠	٧	١	١
الجزائر	٢,٣	٥	٣,٥-	١٤	٩	٨١

وهنا يمكنك ملاحظة أنه لحساب معامل ارتباط الرتب تتبع الخطوات التالية:

١- تحدد رتبة كل دولة فى المتغير الأول المتمثل فى معدلات نمو السكان وفى هذه الحالة تأتى المكسيك فى المقام الأول وتعطى الرتبة ١ ثم البرازيل ٢ وهكذا ، وإذا حدث وكانت دولتان متساويتان فى الرتبة مثل فرنسا ويوغسلافيا (١,١٪ لكل منهما) فإن الرتبة فى هذه الحالة أتت بجمع الرتبة رقم ٩ والرتبة رقم ١٠ وقسمتهما بينهما $\frac{(٩+١٠)}{١}$ = ٩,٥ لكل منها ثم تحتل الدولة التالية الرتبة ١١ بعدها مباشرة .

٢- تحدد رتب الدول فى المتغير الثانى بنفس الطريقة السابقة .

٣- نحصل على فروق الرتب للدول المختلفة بين المتغيرين فالبرازيل مثلا تحتل الرتبة ٢ فى النمو السكانى والرتبة ٨ فى نمو دخل الفرد : الفرق بينهما = ١٠-٢ = ٨ وفى نيجيريا الفرق = ١٢,٥ - ٤ = ٨,٥.

وهكذا نحصل على فروق الرتب لكل الدول وهنا يلاحظ أنه لاتوجد إشارات سالبة أو موجبة عند الحصول على هذه الفروق .

٤- تربع فروق الرتب وتجمع ويطبق القانون السابق :

وعلى ذلك يكون :

$$س ر = ١ - \frac{٦مجـ ف^٢}{ن^٣ - ن}$$

$$= ١ - \frac{٦ \times ٧٠٧,٥}{(١٤)^٣ - ١٤} = ١ - \frac{٤٢٤٥}{٢٧٤٤ - ١٤} = \frac{٤٢٤٥}{٢٧٣٠} = ١,٥٥$$

$$= ١ - ١,٥٥ = - ٠,٥٥$$

وهذه النتيجة تبين أن العلاقة بين نمو السكان ونمو الدخل الفردى فى هذه الدول علاقة سالبة أى أن التزايد فى إحداهما يقابلها تناقص فى الآخر ومن الواضح فى مثالنا السابق أن الزيادة فى معدلات النمو السكانى يقابلها تناقص فى نسبة النمو فى نصيب الفرد من الدخل القومى . وتكشف النظرة الفاحصة للجدول أن معدلات النمو السكانى العالية ترتبط بالدول النامية .

غير أن السؤال الهام الذى يثار هنا هو اختبار صدق قيمة ارتباط سبيرمان هذا أى معرفة درجة وجود الصدفة فى الارتباط بين الأرقام فليست كل الدول النامية التى أدرجت فى الجدول تبدو العلاقة عكسية بين معدلات نموها السكانى ومعدلات نمو دخول أفرادها ، ففى حالة المكسيك مثلا يظهر الرقمان متساويان. والآن إذا كان الأمر كذلك فما هو احتمال وجود الصدفة فى ارتباط سبيرمان لهذه المجموعة من القيم ؟ نحن هنا أمام احتمال من اثنين :

١- إما أنه لاتوجد علاقة بين نمو السكان ونمو نصيب الفرد من الدخل القومي في هذه الدول المختارة وأن الإرتباط هو صدفة بحتة وعادة ما يرمز إلى احتمال عدم وجود العلاقة بالرمز Ho ويسمى ذلك فرض العدم أو الفرضية السالبة .

٢- أن هناك علاقة سالبة بين هذين المتغيرين يمكن اختبارها من خلال اختبار يسمى "اختبار "ت" . وهذا الفرض الثاني يمكننا صياغته من خلال معلوماتنا الجغرافية العامة والتي ندرك من خلالها وجود العلاقة السالبة ويسمى الفرض الإيجابي .

ولذلك فإنه يمكننا أن نرفض الفرضية الأولى Reject بدرجة ثقة لا تقل عن ٩٥٪ ولهذا تكون درجة المعنوية ٥٪ أو ٠,٠٥ .

وإذا اعتبرت هذه الدول الأربع عشرة تمثل عينة مسحوبة من مجموع دول العالم وأريد اختبار مدى الثقة في صدق تمثيل هذه العينة فلابد من الرجوع إلى جداول الاختبارات الإحصائية (ت) الخاصة بمعامل ارتباط سبيرمان، ولما كانت ن (عدد أفراد العينة) = ١٤ فإنه بالبحث في الجدول أمام الرقم ١٤ وعند درجة معنوية مقدارها ٠,٠٥ أو ٥٪ (أي بمعنى آخر عند درجة ثقة مقدارها ٩٥٪) سنجد الرقم ٠,٤٥٧ أي حوالي ٠,٤٦ ، وعند درجة معنوية مقدارها ٠,٠١ أو ثقة مقدارها ٩٩٪ سنجد الرقم ٠,٦٥ ولما كان معامل الارتباط الذي حصلنا عليه يساوي -٠,٥٥ أي بين القيمتين فإننا يمكن أن نثق في ٩٥٪ من الحالات في وجود ارتباط عكسي بين معدلات نمو السكان ومعدلات النمو في دخل الفرد من الإنتاج القومي بين الدول التي شملتها الدراسة او يمكن أن تصاغ بصورة أخرى فيقال أن النتيجة ذات معنوية عند مستوى ثقة مقداره ٠,٠٥ ، ولذلك هناك خمس فرص فقط من بين كل مائة فرصة ألا يكون معامل الارتباط مساويا للمعامل السابق من عينة يتم سحبها عشوائيا لهذين المتغيرين .

ويمكن إجراء اختبار آخر لمعرفة مدى صدق معامل ارتباط سبيرمان أو ارتباط العزوم الذي سبقت الإشارة إليه يعرف بإسم اختبار "ت" T يتم فيه حساب قيمة ت بالمعادلة:

$$\text{ت} = \text{س ر أو ر} \sqrt{\frac{\text{ن} - ٢}{١ - (\text{ر س})^{٢} \text{ أو } (\text{ر})^{٢}}}$$

وإذا طبقت هذه المعادلة بالنسبة لمعامل الارتباط الذى تم حسابه فإن ر =
- ٠,٥٥ ، ن = ١٤ ولذلك تكون :

$$\text{ت} = ٠,٥٥ \sqrt{\frac{١٤-٢}{١-(٠,٥٥)^{٢}}} = ٠,٥٥ \sqrt{\frac{١٢}{١-٠,٣٠}}$$

$$= ٠,٥٥ \sqrt{\frac{١٢}{٠,٧٠}} = ٠,٥٥ \times ٤,١٤ = ٢,٢٨$$

وتتحدد درجات الحرية فى حالة معامل الارتباط باعتبارها عدد الازواج من الارقام مطروحا منها اثنان ، وذلك يعنى ببساطة أنه فى الحالة السابقة لدينا اربعة عشر زوجا من القيم تطرح منها قيمتان فتصبح درجات الحرية ١٢ وبالرجوع إلى جدول اختبار (ت) نبحث أمام الرقم ١٢ وعند درجة معنوية مقدارها ٠,٠٥ سنجد أن القيمة الواقعة أمامها هى ٢,١٨ ، ولما كانت هذه القيمة أقل من القيمة المسحوبة لـ (ت) فى المعادلة فإننا نوافق على الفرض الايجابى والذى يرى أن هناك علاقة سلبية بين معدلات نمو السكان ومعدلات النمو فى دخل الفرد ، ويعنى ذلك الثقة فى عدم وجود ارتباط عشوائى بين مجموعة الأرقام هذه. أما إذا كانت القيمة فى الجداول أكبر من القيمة المسحوبة لـ (ت) من المعادلة فإننا نوافق على الفرض السلبى الذى يرى عدم وجود علاقة بين المتغيرين وتسمى القيمة المستخرجة من الجدول باسم القيم الحرجة Critical Value فى كلتا الحالتين . والخلاصة أنه عند حساب معامل ارتباط الرتبة (سبيرمان) تتبع الخطوات التالية :

١- يصاغ الفرض السلبى والايجابى لكى تحدد درجة الرفض .

٢- تحدد الرتب بالنسبة للمتغيرين س ، ص مثلا .

٣- تحسب فروق الرتب بين س ، ص .

٤- نحصل على مجموع مربعات الفروق بين الرتب .

٥- تطبق المعادلة السابقة .

٦- يختبر مدى صدق معامل الارتباط باستخدام اختبار (ت) .

تطبيـق :

إذا كان لديك الجدول التالى الذى يبـين معـدلات نمـو السـكان واسـتهلاك الفرد من السعرات الحرارية يوميا ونصيـب الفـرد مـن الـبروتين بالجرامـات فـى دول أمريكا اللاتينية فهل هناك ارتباط بين معدل نمو السكان والمتغيرين ؟

الدول	معدل نمو السكان ٪	الرتب	استهلاك الفرد من السعرات	الرتب	نصيب الفرد من البروتين	الرتب
الارجنتين	١,٥	١١	٢١٧٠	١	١٠٣	٢
بوليفيا	٢,٦	٩	٢٠٦٠	١١	٥٢	١١
البرازيل	٣,٠	٨	٢٧٠٠	٤	٦٧	٤
شيلى	٢,٤	١٠	٢٧٢٠	٣	٧٨	٣
كولومبيا	٣,٢	٥	٢٢٨٠	١٠	٥٣	١٠
أكوادور	٣,٤	٣	١٨٥٠	١٢	٤٧	١٢
جويانا	٣,١	٦,٥	٢٢٩٠	٩	٥٥	٨,٥
باراجواى	٣,٣	٤	٢٥٢٠	٥	٦٣	٥
بيرو	٣,١	٦,٥	٢٣٠٠	٨	٥٥	٨,٥
سورينام	٣,٥	١,٥	٢٥١٠	٦	٦٢	٦
أوراجواى	١,٢	١٢	٣٠٢٠	٢	١٠٦	١
فنزويلا	٣,٥	١,٥	٢٤٩٠	٧	٦٠	٧

١- هنا نحن أمام فرض من اثنين إما عدم وجود علاقة بين معدل النمو السكانى فـى هذه الدول واستهلاك الفـرد مـن السـعرات الحراريـة أو نفـترض وجـود علاقـة سالبة بـين المتغـيرين ولذلـك نقـرر أننـا يمكـن أن نرفـض الفرضيـة الأولى حتـى مستوى ثقة قدرة ٩٥٪ .

٢- ترتب الدول فى معدلات النمو السكانى والسعرات الحرارية المستهلكة .

٣- ترتب الدول فى معدلات النمو السكانى ونصيب الفرد من البروتين بالجرام .

٤- تحسب الفروق بين الرتب ومجموع مربعاتها بين معدلات نمو السكان واستهلاك الفرد من السعرات الحرارية كما يلى :

١٠ ٢ ٤ ٧ ٥ ٩ ٢,٥ ١ ٤,٥ ١,٥ ١٠ ٥,٥

مربع الفرق ١٠٠ ٤ ١٦ ٤٩ ٢٥ ٨١ ٦,٢٥ ١ ٢,٢٥ ٢٠,٢٥ ١٠٠ ٣٠,٢٥ = ٤٣٥

وتكون فروق الرتب ومجموع مربعاتها فى حالة العلاقة بين معدلات نمو السكان ونصيب الفرد من البروتين بالجرام مساوية للقيمة ٤٣٦,٥ ولحساب معامل الارتباط فى الحالة الأولى .

$$= ١ - \frac{٦ \times ٤٣٥}{(١٢)^٣ - ١٢} = ١ - \frac{٢٦١٠}{١٧١٦} = -٠,٥٢$$

وفى الحالة الثانية :

$$= ١ - \frac{٦ \times ٤٣٦,٥}{(١٢)^٣ - ١٢} = ١ - \frac{٢٦١٩}{١٧١٦} = -٠,٥٣$$

وإذا أجرى اختبار "ت" فإن المعادلة التى نحصل بها على قيمة "ت" هى :

$$ت = س.ر \sqrt{\frac{ن - ٢}{١ - (ر س)^٢}}$$

وبالتطبيق فى الحالة الأولى $= ٠,٥٢ \sqrt{\frac{١٢ - ٢}{١ - (٠,٥٢)^٢}} = ٠,٥٢ \sqrt{\frac{١٠}{١ - (٠,٢٧)^٢}} = ١,٩٢$

أما الثانية فنتيجتها = ١,٩٦

وعند الاختبار تعطى هذه القيمة نفس النتيجة السابقة (يمكن للطالب أن يحسب معامل الارتباط بين المتغيرين الثانى والثالث فى الجدول ويختبرهما) .

ثالثاً : معامل ارتباط كندال :

وهو من أبسط طرق قياس الارتباط وتقوم فكرته على الرتب أيضا وإن كان يختلف عن ارتباط سبيرمان السابق من حيث قيمته واختباره ويصلح للاستخدام كثيرا فى حالة العينات المحدودة وعند قياس الارتباط الجزئى الذى يعد واحدا من الطرق ذات القيمة فى الدراسات الجغرافية .

وإذا افترضت وجود مجموعتين من المتغيرات النظرية يشار إلى إحداهما بالرمز "س" والأخرى بالرمز "ص" فأول الخطوات التى تتخذ لحساب المعامل هى تحديد رتب المتغيرات فى حالة س ، ص وإذا فرض أن الرتب كانت كالتالى :

س ٢ ١ ٣ ٥ ٤ ٦

ص ١ ٢ ٤ ٥ ٣ ٦

والخطوة الثانية هى ترتيب قيم "س" ترتيبا طبيعيا ووضع ما يقابلها من رتب "ص" كما يلى :

س ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦

ص ٢ ١ ٤ ٣ ٥ ٦

أما الخطوة الثالثة فتقوم على حساب عدد الرتب التى تزيد عن كل رتبة أو تقل عنها من اليمين إلى اليسار فى حالة "ص" . فمثلا أول رتبة أمام "ص" هى ٢ سنجد على يسارها ٤ رتب تزيد عنها هى ٤ ، ٣ ، ٥ ، ٦ ورتبة واحدة فقط تقل عنها وهى ١ ولذلك تكون جدولا على النحو التالى :

الرتبة (ص)	الرتب الزائدة عنها	الرتب التى تقل عنها	المجموع
٢	٤	(-١)	+٣
١	٤		+٤
٤	٢	(-١)	+١
٣	٢		+٢
٥	١		+١
مجموع الفروق (س)			١١

ولذلك يمكن القول أن معامل ارتباط كندال هذا يقيس درجة الاتساق بين "س" ، "ص" فى حالة ترتيب قيم "س" ترتيبا طبيعيا (أى ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ وهكذا) ولذلك تستخدم لحسابه المعادلة :

معامل ارتباط كندال

$$ك\ ر = \frac{مجـ\ س}{\frac{1}{2}ن(ن-1)}$$

معامل ارتباط كندال

$$ك\ ر = \frac{مجـ س}{\frac{1}{2} ن (ن - 1)}$$

حيث تشير ك ' إلى ارتباط كندال .

مجـ س مجموع درجات عدم الاتساق بين الرتب .

ن عدد القيم أو الرتب .

وحينما يكون هناك تطابق كلي في الرتب بين "س" ، "ص" فإن كلا من البسط والمقام سيعطى نفس النتيجة موجبة - أو سالبة أى إما +١ أو -١ معتمدا على حساب مجموع الفروق موجبة أو سالبة وفى حالة المثال السابق يكون :

$$ك\ ر = \frac{11}{\frac{1}{2}(6)(6-1)} = \frac{11}{3 \times 5} \times \frac{11}{15} = 0{,}73$$

ولكى نختبر صدق هذا المعامل إحصائيا هنــاك جـداول خاصـة تبين درجـة احتمال وجود صدفة فى الارتباط بين الرتب بالنسبة للعينات التـى تـتراوح أعدادهـا بين ٤ إلى ١٠ (أى أن قيمة ن بين ٤ ، ١٠) ، ولذلك نبحث فـى الجدول أمام القيمة ١١ التى تمثل بجموع درجات عدم الاتساق بين الرتب فـى الحالـة السـابقة ، ولما كان عدد القيم ٦ فإن القيمة التى سنحصل عليها هى ٠,٠٢٨ وذلك معناه أن احتمال كون المجموع الخاص بفروق الرتب مساويا للرقم ١١ أو أكـبر منـه يساوى ٢,٨٪ أو أقل من ٣٪ . ومن هنا فإن قياس درجة الثقة فى هذا المعامل تعتمـد على قيمة عدم الاتساق بين الرتب من ناحيـة وعـدد مفـردات العينـة المبحوثـة مـن ناحيـة أخرى .

وبناء على ما سبق يمكن ملاحظة أن حساب بجمـوع الفـروق "س" وحـده كفيل بتحديد درجة الثقة فى الارتباط بين المجموعتين ولذلك يكتفى أحيانـا بحساب بجموع "س" ولكن من المفضل حساب قيم ك ' لإجراء المقارنات مع حالات ارتباط أخرى ، وعندما تكون العينات أكبر من ١٠ تقترب توزيعـات العينـات مـن التوزيـع الطبيعى (المعتدل) ويمكن حساب الاحتمال من خلال قيم Z من المعادلة :

$$Z = \text{ك ر} \div \sqrt{\left[\frac{٢(٢ن+٥)}{٩ن(ن-١)}\right]}$$

تطبيـــق :

إذا كان لديك الجدول التالى الذى يمثـل مجموعـة مـن العينـات أخـذت مـن الارسابات فى أحد الأنهار على طول مسافة قدرها ٦ كم وبحيث أخذت كل عينـة على مسافة ٥٠٠ متر من الأخرى بصورة عشوائية ، وكان الهدف هـو تحديـد نسـبة الرمال فى الرواسب النهرية . وقد حسب معامل وجود الثنيـات فـى النهـر كمؤشـر لدرجة الاحتكاك للرواسب المختلفة والمطلوب حساب :

١- حساب معامل ارتباط كندال بين نسـبة وجـود الرمـال ودرجـة وجـود الثنيـات النهرية .

٢- معامل ارتباط كندال بين نسبة وجود الرمال وطول القطاع العرضـى للنهـر فـى أقصى اتساع له .

٣- التعليق على معنوية النتائج .

رقم العينة :	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
معامل الانحناء :	١٢٠	١١٥	١٣٠	١٢٤	١٣٨	١٦٠	١٥٥	١٤٨	١٥٠	١٦٢	١٤٢	١٣٧
نسب الرمل :	١٠	٥	٩	٨	١٢	١٩	١٧	١٦	١٩	١٨	٧	٦
طول القطاع العرضى :	٠,٦	٦,٥	٦,٨	٦,٩	٧,١	٧,٣	٧,٤	٧,٥	٧,٠	٧,٩	٦,٣	٦,٧

الحل :

١- رتب معامل

الانحناء(س)	١٢	١١	٩	١٠	٧	٢	٣	٥	٤	١	٦	٨
رتب نسبة الرمل (ص)	٧	١٢	٨	٩	٦	١,٥	٤	٥	١,٥	٣	١٠	١١

٢- الترتيب الطبيعى لمعامل الانحناء وما يقابله من رتب نسب الرمل (ص) .

(س)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
(ص)	٣	١,٥	٤	١,٥	٥	١٠	٦	١١	٨	٩	١٢	٧

٣- الفروق أو درجات عدم الاتساق بين الرتب فى (ص)

	٣	١,٥	٤	١,٥	٥	١٠	٦	١١	٨	٩	١٢	٧
الرتب الزائدة	٩+	٩+	٨	٨	٧	٢	٥	١+	٢+	١+	–	–
الرتب الناقصة	٢-	–	١-	–	–	٤-	–	٣-	١-	١-	١-	
فروق الرتب	٧	٩+	٧+	٨+	٧+	٢-	٥+	٢-	١+	صفر	١-	

مجموع القيم الموجبة   ٤٤ +

مجموع القيم السالبة   ٥-

الفرق   ٣٩

$$\therefore \text{ك ر} = \frac{\text{مجـ س}}{\frac{1}{2}(\text{ن})(\text{ن}-1)} = \frac{٣٩}{\frac{1}{2}(١٢)(١٢-١)} = \frac{٣٩}{٦\times ١١} = \frac{٣٩}{٦٦} = ٠,٥٩$$

ولما كانت العينة تزيد عن ١٠ فإن من الأفضل إجراء اختبار لها للحصول على قيم Z =

$$٠,٥٩ \div \sqrt{\frac{٢(٢\times ١٢+٥)}{٩\times ١٢(١٢-١)}}$$

$$٠,٥٩ \div \sqrt{\frac{٥٨}{١١٨٨}} = ٠,٥٩ \div \sqrt{٠,٠٤٨٨} = ٠,٥٩ \div ٠,٢٢ = ٢,٦٨$$

وبالرجوع إلى الجدول الذى يبين القيم الحرجة لـ Z وتحت العمود B نبحث عن القيمة التى تقابل ٢,٧ تقريبا فتجدها فى نهاية الجدول وتساوى ٠,٠٠٤ وذلك يعنى أن احتمال وجود الصدفة فى هذه الارتباط لا يتعدى ٠,٤٪ .

(يمكن للطالب أن يقوم بحساب الجزء الثانى من التطبيق ويختبره) .

والخلاصة أننا لحساب معامل ارتباط كندال :

١- توضع رتب القيم س ، ص .

٢- ترتب قيم س ترتيبا طبيعيا ويوضع ما يقابلها من قيم ص .

٣- نبدأ بقيم رتب ص من أقصى اليمين وننظر إلى الرتبة الأولى ونحاول أن نحصى عدد الرتب التى تزيد عنها وتلك التى تقل ونطرحها ، ثم ننتقل إلى الرتبة الثانية والثالثة وهكذا ، ثم نحصل على المجموع فى النهاية الذى يمثل مجموع س .

٤- تطبق المعادلة السابقة .

٥- يستخدم اختبار "ت" إذا كان عدد أفراد العينة أقل من ١٠ واختبار Z إذا كان أكثر من ١٠ .

رابعاً : الارتباط الجزئي :

فإذا كنت بصدد دراسة حول إمداد المدينة بالغذاء فإنه في الإمكان معرفة الارتباط بين نطاق منتجات الألبان والسوق وحجم المزرعة والدخل الذي يعود على صاحبها فنحن أمام ثلاثة متغيرات هي : حجم المزرعة "س" ، نسبة الدخل من الألبان "ص" ، المسافة من السوق "ع" ، وبطريقة كندال السابقة يمكن الحصول على الارتباطات على النحو التالي :

المسافة من الأسواق – نسبة الدخل من الألبان ر ص ع = ٠,٧٢

مساحة المزرعة – نسبة الدخل من الألبان ر س ص = ٠,٥٥

مساحة المزرعة – المسافة من السوق ر س ع = ٠,٦٠

وعلى ذلك ففي الإمكان اختبار نوع العلاقة (الارتباط) بين الدخل من الألبان والمسافة من الأسواق مع استبعاد مساحة المزرعة بتطبيق القانون السابق :

$$\text{ر ص ع/س} = \frac{\text{١} - (\text{ر س ع})^{٢} \quad \text{١} - (\text{ر س ص})^{٢}}{\sqrt{\text{ر ص ع} - (\text{ر س ع})^{٢} \times (\text{ر س ص})}}$$

$$= \frac{\text{٠,٧٢} - (\text{٠,٥٥} \times \text{٠,٦٠})}{\sqrt{(\text{١}-(\text{٠,٦٠})^{٢})(\text{١}-(\text{٠,٥٥})^{٢})}} = \frac{\text{٠,٧٢} - \text{٠,٣٣}}{\sqrt{(\text{١}-\text{٠,٣٦})(\text{١}-\text{٠,٣٠})}} = \frac{\text{٠,٣٩}}{\text{٠,٤٥}} = \text{٠,٥٨}$$

والملاحظ في هذه الحالة أن العلاقة الفاصلة بين ر ص ع ، س تشير لارتباط ص ، ع مع استبعاد تأثير س وتوضع في البداية هكذا / وعلى ذلك يبدو أن معامل الارتباط بين الدخل من الألبان والمسافة من السوق قد انخفض عما كان عليه

المساحة لها تأثير على نسبة الدخل من الألبان فى الحالات المدروسة .

والخطوة التالية هى اختبار العلاقة بين مساحة المزرعة ونسبة الدخل من الألبان مع استبعاد تأثير عامل بعد المسافة عن السوق وعلى ذلك تكون :

$$\text{ر}_{\text{ص ع/ع}} = \frac{\text{ر}_{\text{س ص}} - (\text{ر}_{\text{س ع}} \times \text{ر}_{\text{ص ع}})}{\sqrt{(1 - (\text{ر}_{\text{س ع}})^2)(1 - (\text{ر}_{\text{ص ع}})^2)}}$$

$$= \frac{\text{٠,٥٥} - (\text{٠,٦٠} \times \text{٠,٥٥})}{\sqrt{(1 - (\text{٠,٦٠})^2)(1 - (\text{٠,٧٢})^2)}} = \frac{\text{٠,٥٥} - \text{٠,٤٣}}{\sqrt{\text{٠,٦٤} \times \text{٠,٤٨}}} = \frac{\text{١٢}}{\sqrt{\text{٠,٣٣}}} = \frac{\text{١٢}}{\text{٠,٥٧٤}} = \text{٠,٢١}$$

وبذلك يبدو أن عزل أثر المسافة يقلل من قيمة معامل الارتباط بين مساحة المزرعة ونسبة الدخل من الألبان بصورة كبيرة فبعد أن كان ٠,٥٨ أصبح ٠,٢١ فقط وهذا يشير إلى أن معظم الارتباط القائم بين مساحة المزرعة ونسبة الدخل من الألبان آت من اعتماد كل منهما على الارتباط الجزئى بالمسافة من السوق .

ومن الملاحظ فى هذا المثال أن معامل الارتباط لا يمكن اختبار مدى صدقه لأن حجم العينة وطبيعة توزيعها غير معروف ، وبالتالى فإن المعامل فى هذه الحالة لا يعدو كونه وصفا إحصائيا ، وقد سبقت الإشارة من قبل إلى أهمية الاختبارات الإحصائية لأى باحث فعلى سبيل المثال فى هذه الحالة إذا لم تؤخذ المسافة فى الاعتبار فربما يؤدى ذلك إلى استنتاج خاطئ حيث وجد أن قيمة الارتباط بين س (مساحة المزرعة) ، ص (نسبة الدخل من الألبان) تصل فى معنويتها إلى مستوى ٠,٠١ أى أن ارتباط الصدفة بينها لا يتعدى ١٪ ولكن لم يظهر أن المتغير الثالث ممثلا فى المسافة يربط بينها بصورة غير مباشرة.

وفى هذا المجال على الرغم من وجود معامل ارتباط قوى يشير إلى علاقة سببية من نوع ما فإنه لم يوضح طبيعة هذه العلاقة والتى قد لا تكون علاقة سبب ونتيجة بشكل مباشر.

والخلاصة أنه لحساب معامل الارتباط الجزئى تتبع الخطوات التالية :

١-يحسب معامل ارتباط كندال بين المتغيرات الثلاثة المدروسة .

٢-تطبق المعادلة السابقة المستخدمة لقياس الارتباط الجزئى بين كل متغيرين مع عزل تأثير المتغير الثالث .

٣-تكرر نفس العملية مع المتغيرات المختلفة مع استبعاد متغير فى كل حالة (يمكن للطالب أن يحسب معامل الارتباط الجزئى الخاص بالعلاقة بين نسبة الرمل فى الارساب النهرى وطول القطاع العرضى للنهر ومعامل الانحناء فى المثال السابق).

خامساً : الارتباط النصفى :

وهذا المعامل يتميز بمرونته إلى حد كبير وهو مشتق من ارتباط العزوم وفى العادة يقوم أى ارتباط على مجموعتين متساويتين من الأرقام (زوجين متساويين فى العدد) ، ثم تقاس العلاقة بينهما رياضيا . أما معامل الارتباط النصفى هذا فيتميز بحسابه للعلاقة بين مجموعة من القيم العددية من ناحية وفئتين اخريتين من ناحية ثانية، وهذه العلاقات ربما يعبر عنها رقميا أو لا يعبر . فقد يرغب الجغرافى فى معرفة العلاقة بين مساحة المزارع فى منطقة ما ومساحتها فى المناطق الأخرى ، وقد تكون المنطقة المدروسة محددة بالارتفاعات أو بنوع الصخر أو بحدود إدارية أو غير ذلك ، فإذا كانت المنطقة قد حددت بإعتبارها المناطق المرتفعة المكونة من الحجر الجيرى ومساحة المزرعة ، وهنا لا نستطيع أن نترجم المتغيرين إلى صورة رقمية فمساحة المزرعة فقد هى التى يعبر عنها رقميا .

ومثل هذا الأسلوب يستخدم كثيرا فى دراسات الحضر حيث تقنن العلاقات بين أنواع استخدام الأرض وبعض المتغيرات الرقمية (مثل تجارة التجزئة) ويعطى نتائج مفيدة . وقد طبقت هذه الطريقة فى دراسة عن مدينة لندن حاولت التعرف على فروق الأسعار فى سلع (البقالة) بين المحلات التى يخدم الفرد فيها نفسه (سوبر ماركت) والمحلات التى يعمل بها أصحابها لخدمة العملاء ، وقد اختيرت

نوعيات السلع أولا فى هذه الدراسة ثم سجلت الأسعار التى تباع بها هذه السلع فى كل نوع من نوعى المحلات .

ويمكن بناء على ما سبق أن نضع الفرضين التاليين :

١- الأول يرى أن الأسعار المعلنة للنوع الواحد من السلع لا تختلف تبعا لنوع المحل وهو الفرض السلبى .

٢- الثانى يعتبر أن الأسعار المعلنة للبيع فى محلات السوبر ماركت أعلى بدرجة ملحوظة .

٣- يحدد مستوى معنوية قدره ٠,٠٥ كحد لعدم الموافقة على الفرض الأول .

فإذا رمز لمحلات السوبر ماركت بالرمز "س م" والمحلات العادية بالرمز "م" يمكننا تكوين جدول حول أسعار سلع البقالة المعلنة فى كل منها على النحو التالى :

س م	م	م	م	س م	س م	م	س م	م	م
١٦٧	١٥٩	١٧٢	١٧٨	١٥٥	١٥٧	١٥٩	١٥٠	١٨١	١٧٥
س م	م	م	م	س م	س م	م	س م	م	م
١٧٠	١٥٤	١٥٨	١٥٦	١٦٣	١٦٣	١٦٥	١٦٩	١٥٣	١٦٦

٤- يلاحظ من الجدول السابق أنه بصفة عامة تظهر الأسعار فى المحلات التى يقوم على خدمتها أفراد أعلى قليلا من الأسعار فى المحلات التى يحصل العميل منها على سلعة بنفسه، ولكن بالرغم من ذلك توجد استثناءات قد ترجع إلى مواقع المحلات فى مناطق حضرية مختلفة المستويات الاقتصادية ، ولذلك لا بد من إجراء اختبار احصائى لتحديد نوع العلاقة القائمة ومعنويتها ولحساب معامل الارتباط من هذا النوع تتبع الخطوات التالية :

١- تصنف البيانات إلى قسمين أحدهما يمثل محلات السوبر ماركت والآخر المحلات العادية (س م ، م) .

٢- يحسب المتوسط الحسابى لكل مجموعة من المجموعتين السابقتين (سَ م ، صَ م).

٣- يحسب الانحراف المعيارى لكل البيانات سواء كانت للقيم س م أو م .

٤- تطبق المعادلة :

$$\text{ر ن} = \frac{|\text{سَ م} - \text{ص سَ م}|}{\text{ع س}} \times \sqrt{(\text{م} \times \text{س م})}$$

وهنا تشير ر ن إلى الارتباط النصفى ، سَ ، صَ للمتوسط الحسابى لقيم س م ، ص م أما ع س فتعنى الانحراف المعيارى لكل القيم ، م تعنى نسبة عدد الحالات التى تمثل النوع الأول من المحلات وهى فى حالتنا هذه تمثل ١٢ محلا عاديا من ٢٠ محلا نسبتها ٠,٦ ، أما محلات النوع الثانى السوبر ماركت فهى أقل عددا وتمثل $\frac{٨}{٢٠}$ = ٠,٤ وقد رمز لها بـ س م وبذلك يتكون لديك الجدول التالى :

نوع المحلات	أسعار البقالة	محلات عادية		سوبر ماركت	
	(س)		(م)		(س م)
س م	١٦٧			الأول	١٦٧
م	١٥٩	الأول	١٥٩		
م	١٧٢	الثانى	١٧٢		
م	١٧٨	الثالث	١٧٨		
س م	١٥٥			الثانى	١٥٥
س م	١٥٧			الثالث	١٥٧
م	١٥٩	الرابع	١٥٩		
س م	١٥٠			الرابع	١٥٠
م	١٨١	الخامس	١٨١		
م	١٧٥	السادس	١٧٥		
س م	١٧٠			الخامس	١٧٠
س م	١٥٤			السادس	١٥٤
م	١٥٨	السابع	١٥٨		
س م	١٥٦			السابع	١٥٦
م	١٦٣	الثامن	١٦٣		
م	١٦٣	التاسع	١٦٣		
س م	١٦٥			الثامن	١٦٥
م	١٦٩	العاشر	١٦٩		
م	١٥٣	الحادى عشر	١٥٣		
م	١٦٦	الثانى عشر	١٦٦		

الانحراف المعيارى لـ س = ٨,٧ المتوسط = ١٦٦,٣٣ (سَ م)

المتوسط = ١٥٩,٢٥ (صَ م)

$$\therefore \text{ر ن} = \frac{١٥٩,٢٥ - ١٦٦,٢٣}{٨,٧} \times \sqrt{(٠,٦ \times ٠,٤)}$$

$$= \frac{٧,٠٨}{٨,٧} = ٠,٤٩ = ٠,٤٠$$

ربما يكون من الصواب النظر إلى هذه القيمة باعتبارها تخضع للاختبار "ت" فى ظل قيم معامل سبيرمان (اختبار جانب واحد فقط) ولذلك فعند النظر فى الجداول الاحصائية الخاصة بذلك وأمام عينة مقدارها ٢٠ وعند مستوى معنوية قدره ٠,٠٥ سنجد القيم ٠,٣٧٧ وهى أقل من معامل الارتباط المحسوب وبذلك نستطيع رفض الفرضية السلبية ونخلص إلى أنه فى حدود ثقة مقدارها ٩٥٪ تبدو متوسطات الأسعار فى المحلات التى يقوم على خدمتها عاملين أعلى من مثيلاتها لنفس السلع فى محلات السوبر ماركت .

وفى هذا المعامل يمكنك ملاحظة ان الارتباط حسب من خلال مجموعتين من القيم كانتا فى البداية مجموعة واحدة وتم فصلها بجانب أن عدد القيم فى الحالتين غير متساو (١٢ محل عام ، ٨ سوبر ماركت) كذا يتعامل هذا المقياس مع ثلاثة متغيرات فهو يقيس العلاقة بين الأسعار فى نوعين من المحلات وبذلك أمكن إدخال معيار وصفى لم يعبر عنه رقميا فى الاعتبار من بين هذه المتغيرات الثلاث .

تطبيق :

إذا رغبت فى بحث العوامل المؤثرة فى ميل المنحدرات فى مناطق تتسم بالتجانس الصخرى ، وأخذت عينة وافترضت أن واجهة المنحدر لها تأثير فى درجات الميل وكانت لديك اتجاهات الجوانب وزوايا الميل فى ٢٤ موقعا كما يلى :

الواجهة ش ش ج ج ش ج ش ج ش ش ج ش ج ج ش ش ج ج

الزاوية ٧ ١١ ٩ ٥ ١٧ ٨ ١٣ ١٣ ٢١ ٩ ١٠ ٩ ١٢ ٧ ١٤ ٩ ٤ ٦

الواجهة ش ج ج ش ج ش

الزاوية ١٨ ٩ ١٢ ٢٢ ٤ ١٤

١- أحسب معامل الارتباط لزوايا الميل فى كل من الواجهات الشمالية والجنوبية .

٢- ضع الفرضية السالبة والموجبة .

٣- ما مدى معنوية النتائج وما الذى يعنيه ذلك ؟

سادساً : مصفوفات الارتباط :

وهذه يمكن وضعها فى صورة جداول يبين درجات الارتباط بين عدد من المتغيرات واختبار معنوياتها بالنسبة لوضع معين وخير مثال لذلك المصفوفة التى وضعها روبنسون عام ١٩٧٠ لمجموعة من المتغيرات التى تبين الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية السائدة فى ٢٢ دولة فى أمريكا اللاتينية وكانت المتغيرات حسب أرقامها هى :

١- حجم السكان بالمليون عام ١٩٦٥ .

٢- كثافة السكان / كم٢ عام ١٩٦٥ .

٣- الاستهلاك من الطاقة بالكيلو جرام من الفحم عام ١٩٦٥ .

٤- متوسط دخل الفرد عام ١٩٦٤ .

٥- السعرات الحرارية التى يستهلكها الفرد يوميا عام ١٩٦٥ .

٦- نصيب الفرد من الصادرات عام ١٩٦٥ .

٧- معدل نمو السكان سنويا ٪ عام ١٩٥٨ - ١٩٦٥ .

٨- نصيب الفرد فى نمو الدخل الزراعى سنويا فى السنوات ١٩٥٨ - ١٩٦٥ .

٩- نصيب الفرد من النمو السنوى للدخل الصناعى ١٩٥٨ - ١٩٦٥.

١٠- معدلات الارتفاع فى تكاليف المعيشة سنويا عام ١٩٦٠ - ١٩٦٤ .

ويبين الجدول التالى مصفوفة الارتباط لهذه المتغيرات العشر فى دول أمريكا اللاتينية :

.	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١		٠,٢٨-	٠,٢٨	٠,٢٥	٠,١٢	٠,٣٢-	٠,٠٦-	٠,٠٣٩	٠,٢٨-	٠,٣٦-
٢			٠,١٣-	٠,٠٧-	٠,٠٥-	٠,٠١	٠,١٨	٠,٣١	٠,١٠	٠,٦٨
٣				٠,٩١	٠,٦٣	٠,٣٢-	٠,١٠-	٠,٠٨	٠,٢٨-	٠,١٠-
٤					٠,٧١	٠,٥٢	٠,٠١-	٠,٠١	٠,٤٦-	٠,١٦-
٥						٠,٢٥	٠,٣٣-	٠,١٠	٠,١٦-	٠,٣١-
٦							٠,١٨	٠,٢٢-	٠,٢٧-	٠,١٩
٧								٠,٠١	٠,٠٥-	٠,٢٩
٨									٠,١٠	٠,٣٩
٩										٠,١٩
١٠										

ملاحظة :

وضع النصف العلوى فقط من المصفوفة فى الجدول لأن النصف السفلى صورة مطابقة له .

(دائرة منقطة) الارتباط عند مستوى معنوية قدره١٠,٠ .

(دائرة متصلة) الارتباط عند مستوى معنوية قدره ٠,٠٥ .

وتعد هذه المصفوفات وسيلة يمكن من خلال نظرة سريعة لها معرفة مجموعات المتغيرات التى تملك قدرا من الارتباط له أهمية فعلى سبيل المثال يظهر الارتباط كبيرا عند مستوى معنوية قدره ٠,٠١ بين المتغيرات ٣ ، ٤ ، ٥ مشيرا إلى العلاقة بين هذه المتغيرات التى تؤدى إلى مستوى معيشة مرتفع (استهلاك الطاقة - دخل الفرد - استهلاك السعرات الحرارية) وفى نفس الوقت يرتبط متوسط دخل الفرد المرتفع (المتغير ٤) عند مستوى معنوية قدره ٠,٠٥ بمتغيرين آخرين هما ٦ (نصيب الفرد من الصادرات) ، ٩ (نصيب الفرد من الانتاج الصناعى).

ـــــــــ الفصل التاسع ـــــــــ

الانحدار

- تعريف الانحدار والهدف منه.
- تعيين المتغير التابع والمتغير المستقل.
- أشكال الانتشار وخطوط التراجع والأجزاء المتبقية.

أولاً : رسم خط التراجع بمجرد النظر.

- الاستكمال والاسقاط والتغير من خطوط التراجع.

ثانياً : رسم وتحليل خطوط التراجع للبيانات المرتبة.

ثالثاً : رسم خط التراجع بطريقة اشباه المتوسطات.

رابعاً : رسم خط التراجع باستخدام طريقة المربعات الصغرى.

- حدود الثقة في خطوط التراجع المرسومة بطريقة المربعات الصغرى.
- خط التراجع للعلاقة غير الخطية.
- تطبيقات على الإرتباط والإنحدار.



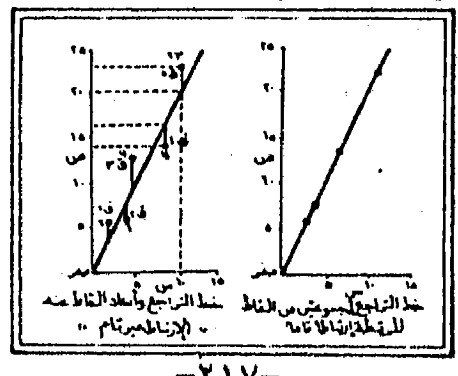
الفصل التاسع

الإنحدار

تعريف الانحدار والهدف منه :

سبق أن لوحظ كيف يقيس الارتباط العلاقة بين أى مجموعتين من المتغيرات، وفى نفس الوقت تقوم الاختبارات الإحصائية باستبعاد احتمال الصدفة فى هذا الارتباط وقياس درجة المعنوية . غير أن كلا من الارتباط والاختبار لا يظهر الطريقة التى يستجيب بها أحد المتغيرين للتغيرات التى تلحق بالآخر ، بحيث يمكن توقع واحد منهما من خلال الآخر ، كذلك لا يمكن من خلال الارتباط أو المعنوية معرفة أوجه الشذوذ فى العلاقة بين كل زوجين من القيم فى المتغيرين . والأمر الذى يجب ملاحظته أنه إذا كانت لديك الرغبة فى معرفة هذه الأجزاء المتبقية ، فلا بد قبل ادراك علاقة الانحدار من وجود ارتباط له معنوية بين المتغيرات كشرط أساسى .

والآن ما معنى الانحدار ؟ الانحدار ما هو إلا خط يرسم لإظهار درجة اقتراب متغيرين من العلاقة الكاملة فإذا كان المتغيران س ، ص مثلا يرتبط كل زوجين من قيمهما ارتباطا كاملا (-١ ، +١) فإن كل النقاط تقع عندئذ على الخط نفسه على النحو المبين فى الشكل الأيمن .... أما إذا كانت درجة الارتباط غير كاملة فإن النقاط عادة تبتعد بدرجات متفاوته، ومسافات الابتعاد هذه تسمى الأجزاء أو البقايا وذلك على النحو المبين فى الشكل الأيسر ، وهذه الأجزاء ما هى إلا الانحرافات التى تبعد بها القيم عن الارتباط التام ، وعلى ذلك يمكن اعتبار الانحدار صورة مبسطة لقياس العلاقة بين متغيرين من أول نظرة أو يمكن من خلاله معرفة العلاقة بين كل زوجين من قيم س ، ص .



ويمكن من خلال الانحدار استكمال قيم ناقصة أو غير معروفة خلال سلسلة متصلة ، بجانب اسقاط أو توقع القيم غير المعروفة من أحد المتغيرين إذا عرف اتجاه قيم المتغير الآخر لفترة زمنية ، كذلك يفيد خط التراجع فى معرفة الاتجاه خلال الزمن إذا كان أحد المتغيرين يمثل سلسلة زمنية يتم توقيعها على فترات متسلوية كل عشر سنوات أو خمس والمتغير الآخر يمثل ظاهرة معينة ترمى لمعرفة اتجاه التغير فيها .

تعيين المتغير التابع والمتغير المستقل :

لايمكن من خلال الارتباط أو الانحدار تحديد العلاقة السببية بين المتغيرات، وهنا لا حل سوى الاعتماد على الفرد أو الباحث فى تحديد ذلك فعلى سبيل المثال إذا كانت درجة معنوية الارتباط قوية بين كمية الامطار وانتاج المحاصيل فيظهر أن المتغير الثانى (انتاج المحاصيل متأثر أو تابع للمتغير الأول (كمية المطر) وليس العكس وهذه مسألة يمكن تمييزها عقليا بسهولة ، وبذلك نقول أن انتاج المحاصيل يعتمد على كمية المطر وأن كمية المطر لا تعتمد على هذا الانتاج ويطلق على كمية المطر فى الدراسات العلمية اسم المتغير المستقل Independent Variable بينما يسمى انتاج المحاصيل المتغير التابع Dependent Variable وعادة ما يوضع المتغير المستقل على المحور الأفقى (المحور السينى) والتابع على المحور الراسى (الصادى) ولهذا فإنه بالرغم من عدم إشارة خط التراجع للعلاقة السببية بين المتغيرين فإن معرفة هذه العلاقة سلفا ربما تؤثر على طريقة رسم هذا الخط .

ومن ناحية أخرى قد لا تكون هناك علاقة سببية مباشرة تجمع بين متغيرات مرتبطة ارتباطا معنويا واضحا ، فعلى سبيل المثال من المستبعد أن تتأثر الكميات المباعة شهريا من الأقمشة القطنية فى الارجنتين بالأقمشة الصوفية التى يتم بيعها فى انجلترا أو فرنسا فعلا ، ولكن قد تظهر الأرقام ارتباطا بين النوعين من خلال متغير ثالث هو حركة الشمس الظاهرية حيث يتقابل الصيف مع الشتاء فى نصفى الكرة ، وفى هذه الحالة لا تلمس متغيرا تابعا أو آخر مستقلا بصورة واضحة. على أن الملاحظ بصورة عامة أنه عند استخدام أحد المتغيرين لاسقاط أو توقع قيم المتغير الآخر من خلال الانحدار لابد من اعتبار المتغير المعروف متغيرا مستقلا ووضعه على

المحور السينى أو الرأسى والنظر إلى المتغير الآخر الذى يراد توقع قيمه باعتباره تابعا ووضعه على المحور الصادى أو الأفقى وذلك بالطبع عكس المتعارف عليه عند قياس طبيعة ونوع العلاقة بين المتغيرين، ومن أهم الصعوبات التى تواجه الباحثين هنا هى أن اختيار الصورة الوظيفية فى التحليلات التراجعية أوسع ميدانا من أى مجال آخر ، كذلك تحديد المتغير المستقل وطبيعته ، ثم كيفية استيفاء الفروض الخاصة بالعلاقة القائمة وفى النهاية مشكلة العمليات الحسابية .

أشكال الانتشار وخطوط التراجع والأجزاء المتبقية :

أولا : رسم خط التراجع بالنظر :

إذا ما نظر إلى الأرقام المبينه فى الجدول التالى ورسم لها الشكل البيانى السابق :

س	١	٢	٤	٧	١١
ص	٢	٦	٨	١٣	٢٢

سيلاحظ أنه يظهر العلاقة بين المتغيرين س ، ص حيث بدت جميعا على استقامة واحدة مكونة خطا مستقيما يمكن رسمه بسهولة بحيث يجمعها وتقع كلها عليه دون أن تترك نقطة منها مسافة بينها وبين الخط ، فى هذه الحالة تشير للارتباط الكامل أما إذا كانت غير تامة فتظهر مسافات تفصل بين القيم ، وهذه المسافات لاتحدث إلا إذا كانت قيم المتغيرين مرتبطة ارتباطا غير كامل ، ويطلق عليها اسم الأجزاء المتبقية أو المسافات التى تنحرف بها النقاط عن الخط الذى يحقق الارتباط الكامل وتبين القيم التالية والشكل الأيسر هذه الحالة :

س	٢	٤	٥	٩	١١
ص	٦	٦	١٣	١٤	٢٣

وتشير المسافات الواقعة بين النقاط الفعلية وخط التراجع لمقدار انحراف كل نقطة عن هذا الخط ، ولعلك تلاحظ أن هذه المسافات قد رسمت بخطوط رأسية وليست عمودية على خط التراجع أى أن الزوايا الواقعة بينهما وبينه ليست الفعلية ، والسبب فى ذلك هو أن هذه الخطوط الرأسية تبين الاختلاف بين القيم الفعلية

للمتغير التابع (ص) بالنسبة لما يقابلها من قيم المتغير المستقل (س) والقيم التى يتوقع الفرد وجودها من خلال رسم خط التراجع . ولإيضاح ذلك فإنه عندما كانت قيمة س = ١١ فإن القيمة الفعلية لـ ص في الشكل هي ٢٣ ، ولكن على خط التراجع عندما تكون س = ١١ فإن ص = ٢٠ فقط ، ومن ثم يصبح لديك فائضا أو انحرافا قدره ٣ وتشير إليه بالرمز ق .

الاستكمال والاسقاط والتغير من خطوط التراجع :

يعتبر الاستكمال والاسقاط من أهم التطبيقات التى تستغل فيها خطوط التراجع وذلك من خلال معرفة القيم الفعلية لأحد المتغيرين واستخدامها فى توقع الآخر . فعلى سبيل المثال من المعروف في الدراسات الجغرافية أن معدلات التبخر لها ارتباط وثيق بدرجات الحرارة ، فإذا ما رصدت الظاهرتان خلال فترة زمنية معينة وتم توقيع النتائج فى صورة شكل للانتشار رسم منه خط للتراجع يصبح من الممكن توقع مقدار التبخر في ضوء درجات الحرارة التى تعتبر أسهل وأسرع فى رصدها من معدلات التبخر .

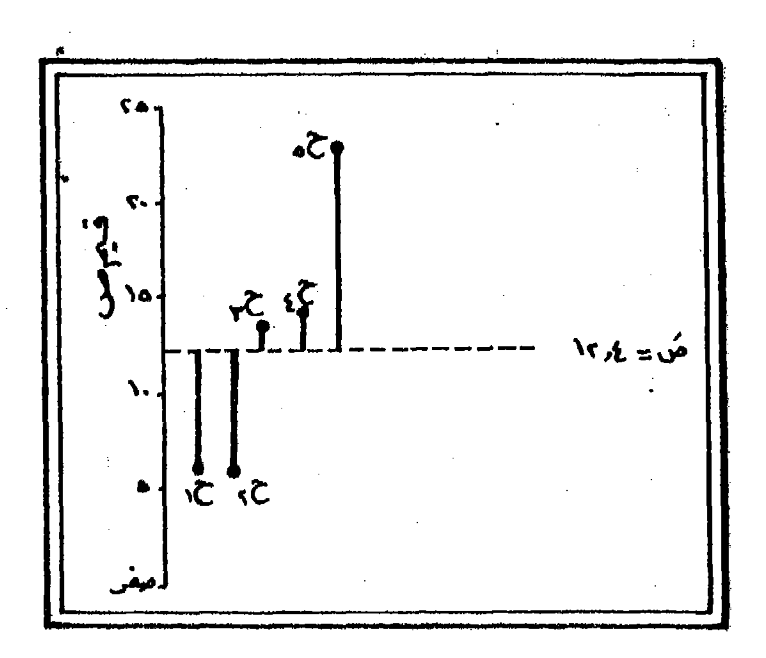
كذلك إذا عرفت متوسطات كميات الامطار الساقطة على خمس محطات فى الأحباس العليا لنهر ما يمكن من خلالها توقع مستوى الفيضان الذى سيحدث فى الأجزاء الدنيا من حوضه طالما أن هناك علاقة بين المتغيرين، ولا شك أن لهذا قيمته فى الوقاية من أخطار الفيضانات العالية فى القسم الأدنى من النهر.

وفى كل من المثالين السابقين يبدو أن المتغير التابع واضح من خلال معرفة المتغير المستقل أو لنقل أنه يفسر بصورة جزئية من خلاله (أى بمعرفتنا لدرجات الحرارة مثلا نتوقع التبخر ولكمية الأمطار نتوقع الفيضان) غير أن مثل هذه العلاقات الإحصائية لا تعنى في الواقع أن المتغيرين مرتبطان بعلاقة السبب - النتيجة على وجه التأكيد إذا لم يكن معامل الارتباط تاما بين المتغيرين (+١ أو -١) فإن عملية الاستكمال أو التوقع لا يمكن الجزم بدقتها أو الثقة فيها .

وتنعكس درجة الابتعاد عن الارتباط الكامل في صورة أبعاد للنقاط عن خط التراجع ، فكلما كان الارتباط قويا قلت هذه الأبعاد والعكس ، وبناء على

ذلك فإن التناقص فى أبعاد النقاط يعنى الثقة الأكبر فى دقة الاستكمال والتوقع حتى نصل فى نهاية الأمر إلى الارتباط الكامل الذى لاتوجد فيه أبعاد على الاطلاق بين النقاط والخط ولذلك يتم اسقاط أو الاستكمال بدرجة ثقة مقدارها ١٠٠٪ .

وتحتاج هذه الأبعاد لحسابها احصائيا لأنها تحدد درجة أو مستوى الثقة فى الاستكمال أو الاسقاط من خلال التراجع فإذا نظرت إلى المثال السابق والذى تظهر فيه انحرافات للنقاط عن خط التراجع ستجد أن لديك خمس قيم مستقلة على المحور الرأسى هى ٦، ٦، ١٣، ١٤، ٢٣ فإذا حسبت متوسطها ستجده ١٢,٤ (صَ = ١٢,٤) ، والانحرافات عن المتوسط يمكنك تمثيلها بيانيها على النحو المبين فى الشكل ، ومنه يظهر أن انحرافات قيم ص عن وسطها الحسابى مبينة فى صورة أبعاد رمز لها بالرمز ح١ ، ح٢ ، ح٣ ، ح٤ ، ح٥ ، ويمكن بالتالى التوصل لانحراف هذه القيم بحساب التباين الذى يساوى $\frac{\text{مجـ ح}^2}{\text{ن}}$ وبنفس هذه الطريقة يمكن حساب تباين الانحرافات أو الأبعاد عن خط التراجع من الشكل السابق حيث يكون:



شكل للانتشار يوضح تشتت قيم ص عن وسطها الحسابى (صَ)

$$\text{التباين بعدا عن خط التراجع} = \frac{\text{مجموع مربع المسافات التى تفصل النقاط عنه}}{\text{عدد النقاط}}$$

$$\text{أو} \quad \frac{\text{مجـ } ق^{٢}}{ن}$$

وبالنظر إلى الشكلين يبدو أن الانحرافات بعدا عن خط التراجع أصغر من الانحرافات بعدا عن المتوسط الحسابى . ونخلص من كل ذلك إلى نتيجة هامة هى أن درجة صغر انحرافات قيم ص عن خط التراجع تبين الدرجة التى يمكن من خلالها تفسير أو شرح هذه القيم من خلال قيم س ، ويعبر عن ذلك رياضيا فى صورة نسبة مئوية من خلال القانون التالى :

مستوى تفسير قيم ص من خلال قيم س (ى)

$$= \frac{\text{مجـ } (ح^{٢} \div ن) - (\text{مجـ } ق^{٢} \div ن)}{\text{مجـ } ح^{٢} \div ن} \times ١٠٠$$

∴ ى = ١٠٠ (١ـ مجـ ق٢ ÷ مجـ ح٢) ٪ من التباين بعدا عن المتوسط الحسابى .

وإذا طبقت المعادلة بالنسبة للمثال السابق فإن الخطوة الأولى هى حساب ح بعدا عن المتوسط بغض النظر عن الإشارة ثم حساب الانحرافات بعدا عن خط التراجع على النحو التالى :

قيم ص	الانحرافات عن المتوسط	ح٢	الانحرافات عن خط التراجع ق	ق٢
	صَ = (١٢,٤)			
٦	٦,٤	٤٠,٩٦	٢	٤
٦	٦,٤	٤٠,٩٦	٢	٤
١٣	٠,٦	٠,٣٦	٣	٩
١٤	١,٦	٢,٥٦	٤	١٦
٢٣	١١,٦	١٣٤,٥٦	١	١
		٢١٩,٤		٣٤

ى = ١٠٠ [١-(٣٤ / ٢١٩٤)] =

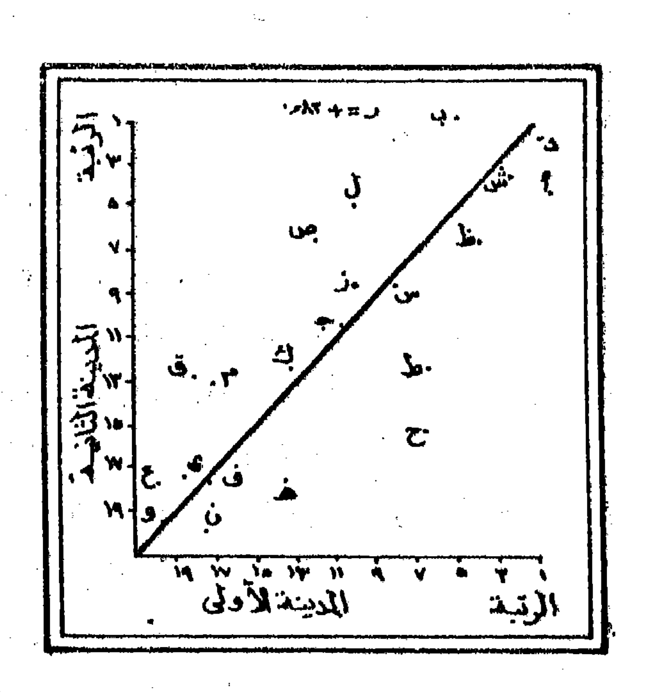
= ١٠٠ (١-٠,١٥) = ٨٥٪

وبهذا نخرج بنتيجة مؤداها أن قيم المتغير المستقل (س) تفسر ٨٥٪ من التباين في قيم المتغير التابع (ص) . غير أنه يجب أخذ طريقة الحساب في الاعتبار والتي تجعل هذه الطريقة تقريبية لأنها تقيس الانحرافات بعدا عن خط التراجع والتي رسمت بمجرد النظر .

ثانياً رسم وتحليل خطوط التراجع للبيانات المرتبة :

عندما تكون الأرقام في س ، ص مرتبة تصاعديا أو تنازليا فإن أفضل خطوط التراجع لها هي الخط المائل بزاوية قدرها ٤٥° والذى سيبدأ من نقطة الأصل إذا كانت البيانات ذات ارتباط ايجابى أو بمعنى آخر من الركن الذى يلتقى عنده المحوران الرأسى والأفقى حتى يصل إلى طرفى المحورين . أما إذا كان الارتباط سلبيا فيبدأ من عند أقصى نقطتين للمحورين الأفقى والرأسى .

ويبين الشكل التالى الأهمية النسبية لأنواع المحلات المختلفة في مدينتين تتساوى أحجامهما السكانية وتتباين شخصياتهما (لاحظ أن المقاييس تسير بصورة عكسية على المحورين لأن الرتبة رقم ١١ هى أقل الرتب أهمية وأعلاها هى الرتبة ١).



أ- بقالة

ب- محلات غذائية أخرى

جـ- خردوات

د- ملابس وأحذية

هـ- ملابس متخصصة

و- أقمشة

ز- أثاث

ح- أدوات معدنية

ف- مغسلة وكواء

ص- معارض سيارات

ق- محطات بنزين

ط- راديو وتليفزيون

ى- كتب

ك- كيماويات

ل- محلات متخصصة أخرى

م- مخازن عامة

ن- مخازن متخصصة

س- صالونات حلاقة

ع- إصلاح أحذية

ش- مقاهى عامة

ظ- محلات خالية

ويظهر من شكل الانتشار السابق أن هاتين المجموعتين من الرتب ترتبطان ارتباطا موجبا (ر = ٠,٨٢) بما يعنى أن المحلات الممثلة جيدا فى إحدى المدينتين تتمثل بصورة جيدة أيضا فى المدينة الثانية ، ويبين خط التراجع الاختلاف فى الأهمية النسبية لأنواع هذه المحلات فى المدينتين فكلما بعد موقع النقطة عن الخط المائل كلما كان هذا الاختلاف أكبر ، وعلى سبيل المثال تظهر محلات الأدوات المعدنية (ح) فى المدينة الأولى أكثر عددا (رتبتها ٦,٥) من المدينة الثانية (رتبتها ١٥) وفى نفس الوقت يبدو أن معارض السيارات (ص) أكثر عددا فى المدينة الثانية (رتبتها ٦,٥) من المدينة الأولى (رتبتها ١٢) .

وعلى أية حال يبدو أن هذا النوع من دراسة العلاقات باستخدام خطوط التراجع هذه محدود الأهمية لايتعدى دوره معرفة الاختلاف بين مجموعتين من الأرقام.

ثالثا : رسم خط التراجع بطريقة أشباه المتوسطات :

تستخدم هذه الطريقة لمحاولة رسم خط التراجع للتقليل من الحدس أو التخمين الفردى ولكنها لا تمكن من التخلص منه كلية وهى سهلة ونتائجها أفضل فى كل الأحوال من الأعتماد على العين المجردة فى رسم الخط .

وإذا كان لديك الجدول التالى لقيم س ، ص وتريد رسم خط التراجع بهذه الطريقة فما هى الخطوات اللازمة لذلك :

س	١	٣	٤	٧	١٠	١٢	١٥	سَ = ٧,٤
ص	٣	٥	٩	٧	٨	١٦	٢٠	صَ = ٩,٧

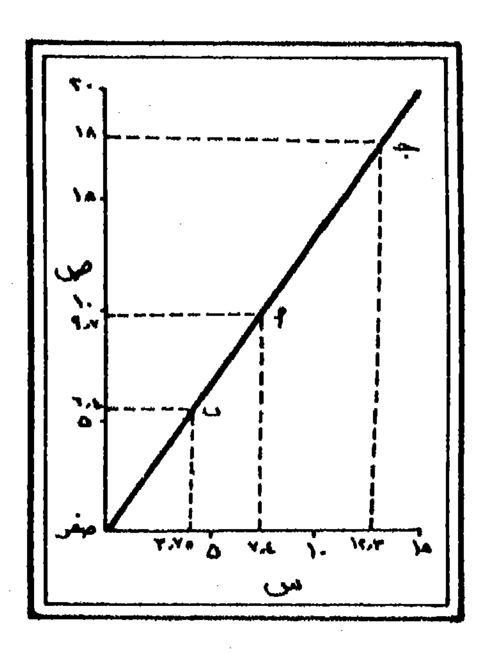
١- تحدد القيمة أ وهى عبارة عن النقطة التى يلتقى عندها الاحداثيان المقامان رأسيا وأفقيا من عند سَ على المحور الأفقى ، صَ على المحور الرأسى .

٢- تحدد القيمة دون المتوسط (ب) على النحو التالى :

أ - على المحور السينى من خلال متوسط مجموعة القيم السينية التى تقل عن سَ وهى فى هذه الحالة (١ + ٣ + ٤ + ٧) مقسمة على ٤ (عدد القيم) = ٣,٧٥ .

ب- على المحور الصادى متوسط مجموعة القيم التى تقل قيمتها عن صَ وهى (٣ + ٥ + ٩ + ٧ + ٩) ÷ ٥ = ٦,٤ .

٣- تحدد القيمة فوق المتوسط (جـ) بنفس الصورة السابقة مع أخذ القيم الأعلى على المحور السينى (١٠ + ١٢ + ١) ÷ ٣ = ١٢,٣ وعلى المحور الصادى (١٦ + ٢٠) ÷ ٢ = ١٨ ومن هذه النقاط الثلاث التى تقع تقريبا على استقامة واحدة يمكن رسم خط التراجع استنادا إلى العين المجردة وهى بلا شك طريقة أفضل لأنها تحدد ثلاث نقاط يمر بها الخط(أنظر الشكل).هى أ،ب، جـ



رابعا : رسم خط التراجع باستخدام طريقة المربعات الصغرى :

وهذه أكثر الطرق شيوعا لرسم خط التراجع لبيانات ذات مقياس مئوى ، وهى أكثر دقة من سابقتها ولكنها تتطلب عمليات حسابية أكثر ، وهى تنطبق على أى مجموعتين من البيانات بينهما ارتباط حقيقى .

ومن المعروف ان أى خط مستقيم يرسم على المحورين السينى والصادى يمكن صياغته فى صورة المعادلة :

ص = م س + جـ

حيث س ، ص متغيرين ، م ، جـ ثابتين

وتعرف هذه المعادلة رياضيا باسم معادلة الخط المستقيم وإذا ما عرفت قيمة م ، جـ فمن السهل رسم خطوط الانحدار لكل من س على ص ، ص على س .

وترمى طريقة المربعات الصغرى هذه إلى إيجاد هذا المجموع الواحد لكل من م، (جـ) مجتمعين ، وهذا معناه مجموع مربعات الأجزاء التى تمثل مقدار انحراف أو بعد النقاط المختلفة عن خط التراجع (أو بمعنى آخر الفرق بين ما يجب أن يكون عليه توزيع هذه النقاط وبين توزيعها الفعلى.

فإذا ما رغبنا فى استكمال بيانات ص مثلا من خلال قيم معينة لـ س يرسم خط التراجع الذى يقلل إلى أدنى حد ممكن ابعاد قيم ص عنه . أما إذا كانت الرغبة فى استكمال قيم س من خلال قيم ص المعروفة فإن الخط الذى يرسم فى هذه الحالة يهدف إلى التوصل لأقل قيم من انحرافات س عن ص . وهذا يبدو واضحا فى الشكل التالى الذى يظهر منه أن الخط أ ب هو خط التراجع لقيم ص بالنسبة لقيم س (أى) أنه الخط الذى يستعمل لإسقاط قيم ص بالنسبة لقيم س المعروفة) أما الخط جـ د فيسمى خط التراجع لقيم س بالنسبة لقيم ص المعروفة . وعلى ذلك فإن أ ب هو الخط الذى يحقق أقل مجموع لأبعاد قيم ص (مجـ ق ص٢) على حين أن جـ د هو الذى يمثل مجـ ق س٢.

ولما كنا عادة نستخدم المحور الرأسى للإشارة إلى قيم ص وهى فى الغالب قيم تابعة والمحور الأفقى يستخدم للإشارة إلى قيم س وهى مستقلة فإن الخط أ ب يسود استخدامه بصورة أكبر وتصبح صورة معادلة حسابه هى :

ص - صَ = ر (ع ص / ع س) (س - سَ) .... (١)

حيث ر هى معامل ارتباط العزوم ، سَ ، صَ المتوسطات / ع س ، ع ص الانحرافات المعيارية لقيم س ، ص على الترتيب ويمكن أن تصاغ هذه المعادلة بصورة أخرى باستخدام الصيغة ص = م س + حـ .

$$ص = (ر . \frac{ع ص}{ع س}) س + [ص - (ر . \frac{ع ص}{ع س}) سَ]$$

ويبدو أن الرموز الواقعة بين الأقواس تشير إلى قيم م ، حـ.

أما بالنسبة لخط التراجع الذى يبين انحدار قيم س بالنسبة لـ ص فيمكن حسابه بالمعادلة :

$$س - سَ = ر . \frac{ع س}{ع ص} (ص - صَ) \quad .... \quad (٢)$$

ويبين المثال التالى تطبيقا لهذه الطريقة على عينة من ١٦ مدينة مبين فيها نسبة العاملين بالصناعة ونسبة التلاميذ الذين تركوا التعليم قبل سن الخامسة عشرة .

المدينة	نسبة العاملين بالصناعة (س)	نسبة تسرب التلاميذ قبل سن ١٥ سنة (ص)	المدينة	نسبة العاملين بالصناعة (س)	نسبة تسرب التلاميذ قبل سن ١٥ سنة (ص)
١	٦٧	٦٧	٩	٦٨	٧٠
٢	٦٠	٧٥	١٠	٣٩	٦٦
٣	٦٠	٧٥	١١	٢٩	٥٩
٤	٢٩	٧٢	١٢	٦٢	٨٢
٥	٤٨	٥٩	١٣	٢٤	٣٦
٦	٢٥	٤٥	١٤	٤٠	٦٦
٧	١٢	٦١	١٥	٥٧	٨٠
٨	٤٠	٧٠	١٦	٥٣	٦٢

متوسط قيم س (سَ) = ٤٤,٦   متوسط قيم ص (صَ) = ٦٥,٣

الانحراف المعيارى لقيم س= ١٦,٦   الانحراف المعيارى لـ ص = ١١,٥

وبحساب معامل ارتباط العزوم لهذه القيم وجد أن الارتباط موجب بينها ومقداره ٠,٦٤ عند مستوى معنوية قدره ٠,٠١ ، ولمثل هذه البيانات فإن معادلة الانحدار تكون :

١- بالنسبة لانحدار ص على س

ص - ٦٥,٣ = ٠,٦٤ × $\frac{11.5}{16.6}$ (س - ٤٤,٦) .... معادلة رقم (١)

وعلى ذلك فإن :

ص = ٠,٤٤ س + ٤٦

٢- بالنسبة لانحدار س على ص

س - ٤٤,٦ = ٠,٦٤ × $\frac{16.6}{11.5}$ (ص - ٦٥,٣) ..... معادلة رقم (٢)

∴ س = ٠,٩٣ ص - ١٥,٥

وتكون النتيجة أن لدينا المعادلتين :

ص = ٠,٤٤ س + ٤٦ .... (١)

س = ٠,٩٢ ص - ١٥,٥ .... (٢)

ويمكن بعد ذلك توقيع النقاط التى نحصل عليها من كل معادلة من هاتين المعادلتين وذلك باستخدام الجانب الأيسر منهما للحصول على انحدار ص على س فى الحالة الأولى وانحدار س على ص فى الحالة الثانية .

فإذا بدأنا بانحدار ص على س فإنه لما كانت قيمة ص = ٠,٤٤ س+ ٤٦ وكانت أول قيمة لـ س فى الجدول السابق هى ٦٧ فإن ص = ٠,٤٤ × ٦٧ + ٤٦ = ٧١,٤٨ وفى الحالة الثانية س = ٦٠ .

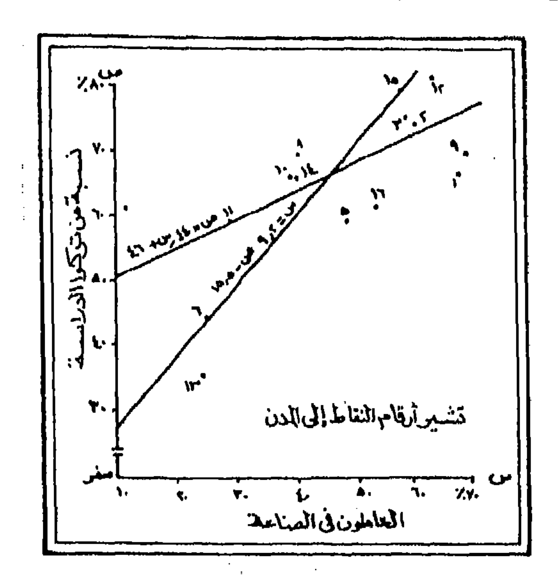
∴ ص = ٠,٤٤ × ٦٠ + ٤٦ = ٦٦,٤

ويمكن استخدام القيم بعد ذلك لتوقيعها على خط للتراجع يشترط مروره بالقيم السابقة لـ ص بمعلومية س . . ويمكن أن تتكرر المسألة بالنسبة للحصول على القيم التى لابد من مرور الخط بها إذا كان لدينا قيم ص وحسبت قيم س ففى الحالة الأولى ص = ٦٧ .

س = ٠,٩٢ × ٦٧ - ١٥,٥ = ٤٦,١٤

وإذا كانت ص = ٧٥ كما فى الحالة الثانية من الجدول السابق فإن س لابد وأن تكون = ٠,٩٢ × ٧٥ - ١٥,٥ = ٥٣,٥

وهكذا يمكن رسم خط الانحدار لقيم ص على س فى الحالة الأولى أى عندما تكون ص مجهولة وانحدار س على ص فى الحالة الثانية أى عندما تكون س مجهولة على النحو المبين فى الشكل التالى :



وإذا ما قورنت هذه الطريقة بالطريقة السابقة (أشباه المتوسطات) فإنها تبدو أكثر طولا لأنها تتطلب حساب الانحرافات المعيارية ومعامل ارتباط العزوم قبل تحديد المعادلتين ولكنها فى مقابل ذلك تحقق ميزتين جوهريتين هما :

١- استكمال أو اسقاط أى قيمة من قيم المتغيرين بمعلومية القيمة الأخرى استنادا إلى المعادلتين بصورة مباشرة . وليس من الضرورى فى مثل هذه الحالة رسم خطوط التراجع أو قياس أى شئ من شكل الانتشار كذلك يمكن حساب الفروق أو الابعاد بين النقاط الفعلية وخط التراجع بدقة كبيرة ودون الحاجة إلى الرسم ، فعلى سبيل المثال بالنسبة للمدينة رقم ١٣ والتى يعمل ٢٤٪ من سكانها بالصناعة فإن النسبة المتوقع الحصول عليها من المتغير الثانى (نسبة من

تركوا الدراسة قبل س ١٥ سنة) هى ص = ٠,٤٤ × ٢٤ + ٤٦ = ٥٧٪ . وهنا حلت القيمة ٢٤ محل المتغير س فى المعادلة رقم ١ التى تبين انحدار ص على س . ولما كانت القيمة الفعلية للجدول هى ٣٦٪ فقط فإن الجزء المتبقى يصبح ٢١٪ أى أننا طرحنا ٥٧٪ - ٣٦٪ ويعنى ذلك أن نسبة ترك التلاميذ للدراسة فى هذه المدينة أقل من النسبة المتوقع وجودها فعلاً فى ضوء نسبة العمالة الصناعية بين سكانها .

٢- تعتبر هذه الطريقة أفضل الطرق التى تحقق التوصل لأقل مربعات للمسافات التى تبعد بها النقاط من خط التراجع لأنها تحدد الخط بصورة دقيقة بحيث يقلل بقدر الإمكان من هذه المسافات ، ويساعد ذلك على معرفة مدى تفسير أحد المتغيرين للآخر أو بصيغة أخرى تكون النتيجة النهائية هى الحصول على مربع معامل الارتباط ولذلك تسمى معامل التحديد أى الذى يحدد العلاقة بين قيم المتغيرين . وفى حالة المثال السابق تفسر نسبة العاملين بالصناعة فى هذه المدن المختلفة ٤١٪ من الاختلافات أو التباينات التى تحدث فى نسبة من تركوا الدراسة قبل سن ١٥ سنة (مربع معامل الارتباط = ٠,٦٤ × ٠,٦٤ = ٠,٤١).

٣- يتقاطع خطا التراجع لكل من س على ص ، ص على س عند النقطة التى تحدد الوسط الحسابى لمجموعتى القيم (وفى هذه الحالة سَ = ٤٤,٦ ، صَ=٦٥,٣) وهذا يحدث دائما ويمكن أن يكون وسيلة يتم التأكد بها من دقة العمليات الحسابية .

٤- تتأثر الزاوية المحصورة بين خطى التراجع بمعامل الارتباط وبالتالى تتراوح بين صفر (عندما يكون ر = (١ أو -١) ، ٩٠ درجة (عندما يكون ر = صفر) .

حدود الثقة فى خطوط التراجع المرسومة بطريقة المربعات الصغرى :

إذا لم تكن المتغيرات مرتبطة ارتباطا تاما يبدو من غير الممكن استخدام خطوط التراجع فى استكمال البيانات الناقصة أو إسقاطها بدقة كاملة بحيث يمكن الاعتماد عليها . ويبقى بعد ذلك إمكان استخدام خطوط التراجع فى الاستكمال أو

الاسقاط فى كل الحالات مع حساب نسبة الخطأ الكامن فى هذه البيانات إذا كان الارتباط غير كامل . وبمعنى آخر فى الإمكان حساب درجة الثقة فى البيانات التى يتم توقعها من خطوط التراجع سواء بالنسبة لقيم س أو ص بالمعادلتين :

الخطأ المعيارى لانحدار ص على س =

$= ع_ص \sqrt{(١ - ر^٢)}$ وذلك بالنسبة لتقديرات ص

أما الخطأ المعيارى لانحدار س على ص =

$= ع_س \sqrt{(١ - ر^٢)}$ وذلك بالنسبة لتقديرات س

ويبدو هذا الخطأ المعيارى فى الواقع مساويا للانحراف المعيارى للنقاط بعدا عن خط التراجع ، وكلاهما مرتبط بطبيعة التوزيع الذى توجد عليه القيم ، والمفروض أن يكون قريبا من التوزيع الطبيعى (المعتدل) كلما زاد حجم المعينة حتى يصبح ٦٨٪ من مجموع القيم واقعا فى حدود قيمة الخطأ المعيارى ، وحوالى ٩٥٪ منها يقع داخل حدود ضعف قيمة الخطأ المعيارى بعدا عن خط التراجع . ولذا فإن حدود الثقة فى اسقاط البيانات عند استخدام خطوط التراجع تصل إلى ٦٨٪ فى حدود قيمة الخطأ المعيارى وإلى ٩٥٪ فى حدود ضعف قيمة هذا الخطأ على جانبى خط التراجع .

وإذا طبق ذلك فيما سبق فإنه فى حالة ص لابد من الحصول أولا على القيمة المصححة للانحراف المعيارى لأن الانحراف المحسوب قائم على أساس عينة مأخوذة من مجتمع شامل ، وبالتالى يلزم تقدير الانحراف المعيارى باستخدام معامل التصحيح (بيسل) وقانونه :

$$\hat{ع} = ع \sqrt{\left(\frac{ن}{ن - ١}\right)}$$

حيث ترمز $\hat{ع}$ إلى الانحراف المعيارى المقدر للمجتمع كله ، ع للانحراف المعيارى الحقيقى أو الفعلى ، ن = عدد أفراد العينة .

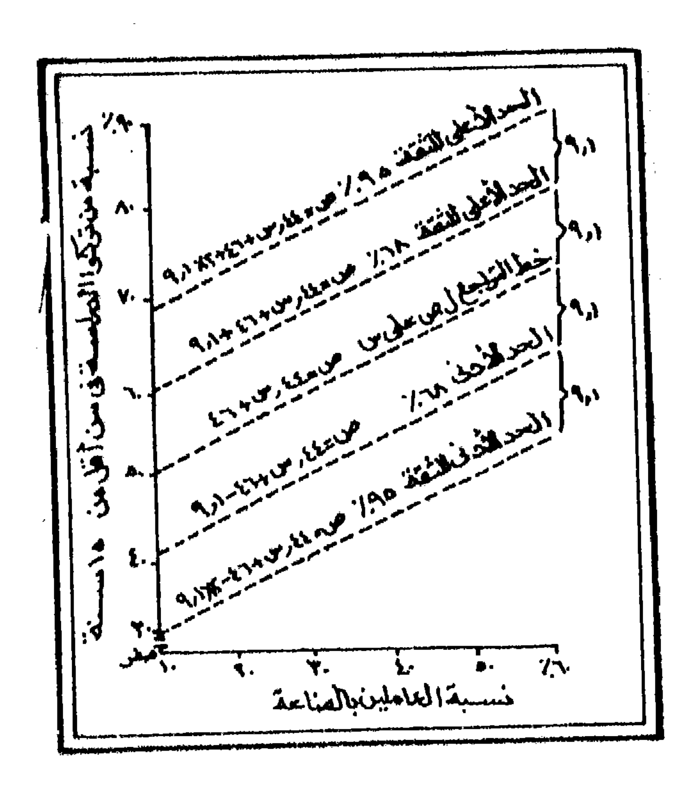
ومن ثم فإن $\hat{ع}$ (الانحراف المعيارى المقدر أو المصحح) فى المثال السابق :

$$= ١١,٥ \sqrt{\left(\frac{١٦}{١٦ - ١}\right)} = ١١,٩$$

والخطوة الثانية هى حساب الخطأ المعيارى لانحدار ص علـى س مـن خـلال الانحراف المعيارى المقدر أو المصحح على النحو التالى :

الخطأ المعيـارى فـى انحـدار ص علـى س = ١١,٩ $\sqrt{١ - (٠,٦٤)^٢}$ = ٩,١

ولكى توضح حدود الثقة من خلال شكل بيـانى للانحـدار يرسـم خـط الـتراجع ص على س ، وترسم خطوط متوازية مع هذا الخط وعلى أبعاد تصل إلى ٩,١ فـى كـل حالة بحيث يوجد خطآن أعلاه يمثلان درجة الثقة فى حدود ضعـف الخطأ المعيـارى (الأول يمثل حد الثقة الذى يبلغ ٦٨٪ وهو محصور بين خط التراجع + خطأ معيارى واحد والثانى يمثل حد ثقة مقدار ٩٥٪ وهو محصور بـين خـط الـتراجع + ٢ الخطأ المعيارى) وتتكرر نفس الحالة بالنسبة للخطوط الواقعة أسفله وهى تمثل أقل من قيمـة الخطأ المعيارى فى الحالة الأولى ، وضعفى الخطأ المعيارى فى الحالة الثانية وذلك على النحو المبين فى الشكل التالى :



وعلى ذلك يمكن القول أنه فى حدود ثقة مقدارها ٩٥٪ فى تقديرات ص وعندما تكون س = ٤٠ مثلا فإن قيمة ص المتوقعة تكون كما يلى :

لما كانت ص = ٠,٤٤ س + ٤٦

∴ = ٠,٤٤ × ٤٠ + ٤٦ = ٦٣,٦

فهل يمكن عند ذلك حساب حدود الثقة العليا والدنيا فى تقديرات ص بمعلومية س والتى تساوى ٤٠ بدرجة ثقة مقدارها ٩٥٪ ؟

الحد الأعلى للثقة = ص + ٢ × الخطأ المعيارى

الحد الأدنى للثقة = ص - ٢ × الخطأ المعيارى

وهى فى هذه الحالة الأولى أذن = ٦٣,٦ + ٢ × ٩,١ = ٦٣,٦+١٨,٢ = ٨١,٨ ٪

والثانية = ٦٣,٣ - ٢ × ٩,١ = ٦٣,٦ - ١٨,٢ = ٤٥,٤٪

وخلاصة ذلك هى التوصل لنتيجة مؤداها أنه لكل ١٩ مدينة من بين ٢٠ مدينة (٩٥٪) من المدن السابقة إذا كانت قيمة س (نسبة العاملين بالصناعة) فى حدود ٤٠٪ فإن نسبة ص نسبة من تركوا الدراسة قبل سن ١٥ سنة) تقع فى حدود تتراوح بين ٤٥,٤٪ ، ٨١,٨٪ ، وهذه القيم تظهر أن حدود الثقة ضعيفة لأن مدى الأرقام كبير ولذلك لا يمكن استخدام خط التراجع السابق الذى يبين انحدار ص على س فى تقدير أو إسقاط القيم وتكاد تقتصر معادلة الانحدار فى هذه الحالة على إظهار العلاقة بين المتغيرين فقط .

تطبيق :

استخدم البيانات السابقة فى المثال فى حساب الخطأ المعيارى لخط الانحدار س على ص متبعا للخطوات التالية :

أ - أرسم خط التراجع مستخدما المعادلة س = ٠,٩٢ ص - ١٥,٥ وبحدود ثقة مقدارها ٩٥٪ .

ب- احسب من أى قيمة تختارها لـ ص قيمة س .

جـ- استخدم هذه القيمة فى حساب المسافات الفاصلة (الخطأ المعيارى) .

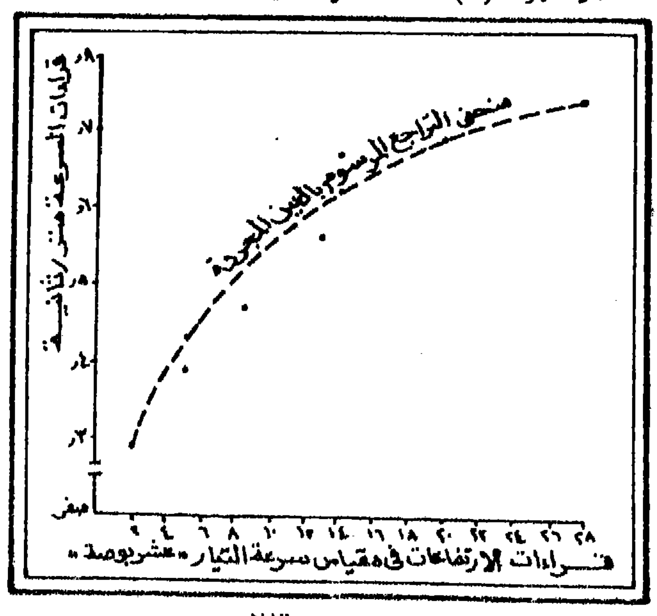
د- عين أى مدينة تقع خارج حدود الثقة من حيث قيمتها وبين دلالة هذا الموقع .

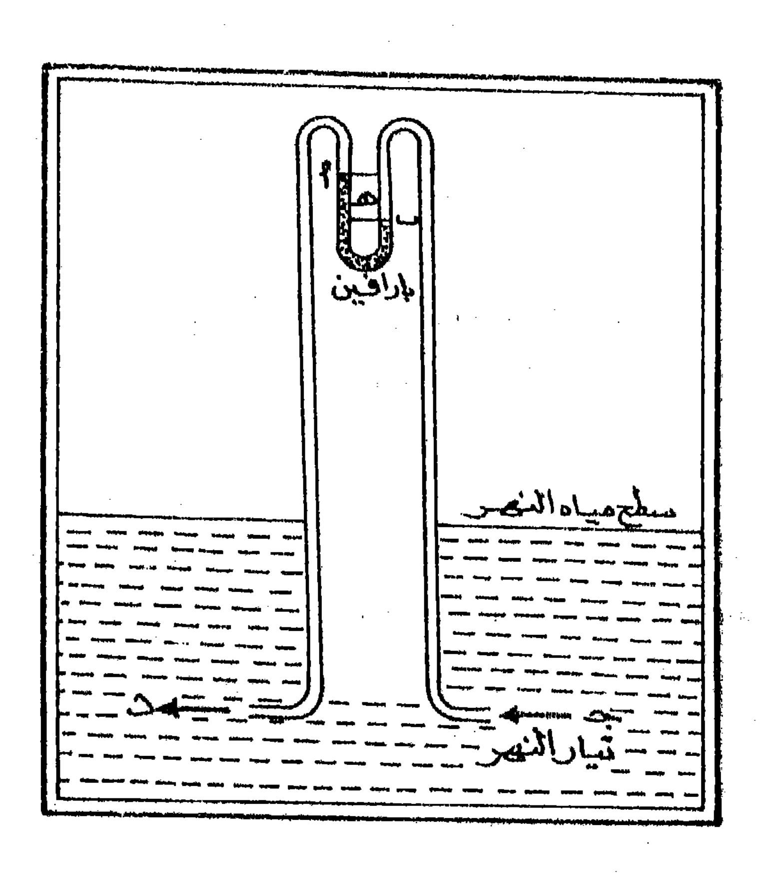
خط التراجع للعلاقة غير الخطية :

سبق أن رأينا كيفية رسم خطوط التراجع وذلك بفرض أن العلاقة القائمة بين قيم المتغيرين س ، ص علاقة خطية ولكن ما العمل إذا كانت هذه العلاقة غير خطية . وفى مثل هذه الحالة لا بد من تحويل البيانات إلى صورة تحقق رسم خط للتراجع أقرب ما يكون إلى الاستقامة وأكثر الأساليب المستخدمة لهذا الغرض استخدام اللوغاريتمات وهو ما سنوضحه مدعما بمثال .

إذا كنت تجرى دراسة جيمورفولوجية وتريد معرفة سرعة تيار نهر عند نقاط مختلفة عند القاع أو بالقرب من الضفتين لتحدد الاختلافات فى السرعة فى نقاط مختلفة من القطاع العرضى للنهر ومنها يمكن معرفة كمية المياه والتصريف فإن مقياسا بسيطا قد أعد لهذا الغرض مبين فى الشكل .

وهنا فإن الارتفاع هـ لعمودى البارافين (أ ، ب) ناتج عن قوة دفع تيار النهر عند جـ التى تضغط الهواء فى الأنبوبة بين جـ ، ب وقوة الامتصاص عند د التى تؤدى إلى تمدده بين أ ، د . وكلما كان التيار أقوى كان الاختلاف فى الارتفاعات أكبر . ومشكلة خط التراجع هنا هى مشكلة معايرة وقياس فهو يحتاج إلى معرفة العلاقة بين اختلاف الارتفاع فى عمود البارافين (هـ) والمقاس بعشر البوصة وبين سرعة التيار النهرى (ق) المقاسة بالمتر / ثانية .





مقياس سرعة تيار النهر

وقد أخذت القياسات فى سبعة مواقع وكانت نتائجها على النحو المبين فى الجدول التالى وحسب معامل ارتباط العزوم بينهما فوجد أنه يبلغ ٠,٩٨ ./ عند مستوى معنوية قدره ٠,٠٠١ ، غير أن شكل الانتشار اظهر علاقة فى صورة القطع المكافئ بدلا من العلاقة الخطية وذلك على النحو المبين فى الشكل السابق .

وهنا يمكن من خلال القياسات التوصل للجدول التالى .

جدول يبين القيم فى صورة لوغاريتمية
لرسم خط الانحدار

العينة	ارتفاع فى عمود البرافين (هـ)	سرعة التيار م/ث (ف)	لو هـ س	لو ف	لو ١٠ ف ص
١	٢	٠,٢٩	٠,٣٠	¯١,٤٦	٠,٤٦
٢	٥	٠,٣٩	٠,٧٠	¯١,٥٩	٠,٥٩
٣	٥	٠,٤٣	٠,٧٠	¯١,٦٣	٠,٦٣
٤	١٣	٠,٥٦	١,١١	¯١,٧٥	٠,٧٥
٥	١٤	٠,٦٧	١,١٥	¯١,٨٣	٠,٨٣
٦	٢٠	٠,٦٩	١,٣٠	¯١,٨٤	٠,٨٤
٧	٢٨	٠,٧٤	١,٤٥	¯١,٨٧	٠,٧٤

والملاحظ أن مجموعتى القيم تحولت إلى صورة لوغاريتمية بدلا من الأرقام العادية ولما كانت قيم لوغاريتمات ف سالبة فقد حذفت ووضعت ١٠ فى رأس الجدول بدلا منها لتصبح ١٠ لو ف بدلا من لوف ، وأصبحت قيم هـ يشار إليها باعتبارها المتغير س ، وقيم ف هى القيم ص ، وعندما توقع هذه القيم فى صورة شكل للانتشار فإنها تظهر علاقة خطية قوية . وبذلك يمكن حساب انحدار صَ على س بالمعادلة :

ص - صَ = ر . (ع ص / س ع) (س - سَ)

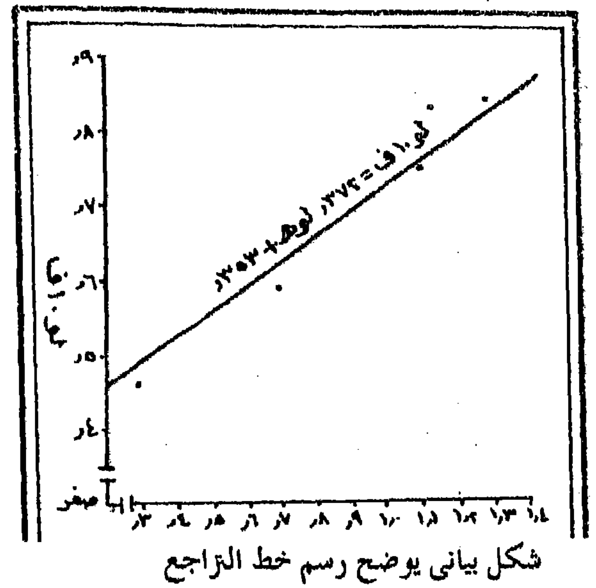
وينتج عن ذلك أن قيم ص = ٠,٣٧٢ س + ٠,٣٥٣

وذلك يعنى أن لو ١٠ ف = ٠,٣٧٢ ، لو هـ + ٠,٣٥٣

وبذلك يمكن رسم خط يمثل هذه المعادلة فى شكل الانتشار المبين على



النحو التالى :



شكل بيانى يوضح رسم خط التراجع

بطريقة لوغاريتمية

ويمكن للفرد فى مثل هـذه الحالـة أن يتعـرف علـى قيـم ص خـلال قيـم س المختلفة من خلال الشكل البيانى . ولكن يمكن الحصول على أرقام أكثر دقة باحلال قيم س فى المعادلة . ويبين الجدول التالى نموذجا للحصول على القيم وتكون النتيجـة فى النهاية استخدام العمودين الأول والأخير بحيث تعرف التغيرات فى السرعة بالمتر/ ثانية من خلال التغيرات بعشر البوصة فى زيت البرافين .

هـ (عشر بوصة)	لو هـ = (س)	٠,٣٧٢س	٠,٣٧٢س+٠,٣٥٣ (= لو ١٠ ف = ص)	العدد المقابل (= ١٠ ف)	ف م / ث
١	٠,٠٠٠٠	صفر	٠,٣٥٣	٢,٢٥	٠,٢٢٥
٢	٠,٣٠١٠	٠,١١٢	٠,٤٦٥	٢,٩٢	٠,٢٩٢
٣	٠,٤٧٧١	٠,١٧٧	٠,٥٣٠	٣,٣٩	٠,٣٣٩
الخ	الخ	الخ	الخ	الخ	الخ
٥٠	١,٦٩٩٠	٠,٣٦٢	٩٨٥	٩,٦٦	٠,٩٦٦

تطبيقات على الارتباط والانحدار :

١- أحسب معامل ارتباط العزوم للقيم التالية :

س ٥ ٤ ٣ ٨ ٧ ٢ ٦ ٥ ٤ ٣ = ٤٧

ص ١٣ ٩ ٦ ١٨ ١٦ ٤ ١٢ ١٢ ١٠ ٧ = ١٠٧

(النتيجة ارتباط موجب مقداره ٠,٩٨) .

٢-

س ٤٧ ٣٥ ٢٨ ٢٧ ٤٤ ٦٦ ٦٠ ٧٥ ٧٣ ٤٥ = ٥٠٠

ص ٢١ ١٨ ٩ ٢٥ ٢٧ ٣٨ ٣٣ ٤٨ ٤٩ ٣٢ = ٣٠٠

(النتيجة ارتباط موجب مقداره ٠,٩٠٥ .

٣- إذا كانت لديك المدن العشرة التالية وترتيبها حسب رغبة أربعة أفراد في الاستجمام بها فاحسب معامل ارتباط الرتبة (سبيرمان) بين كل اثنين منها واختبر معنوية الارتباط .

الأفـــراد

المدينة	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
أ	١٠	١٠	١	٦
ب	٧	٨	٤	١٠
حـ	١	٢	٨	٢,٥
د	٥	٥	٧	٤
هـ	٢	١	٩	١
و	٩	٤	٣	٧
ز	٤	٦	٥	٨
ح	٨	٩	٢	٥
ط	٦	٧	٦	٩
ى	٣	٣	١٠	٢,٥

الارتباط بين الأول والثاني = ٠,٨٥٥

٤- إذا كانت لديك قيم س تمثل نسب الرطوبة وقيم ص نسبة وجود نوع معين من الأشجار فى عشرة أقاليم فاحسب انحدار س على ص وأرسم خط الانحدار ثم احسب الخطأ المعيارى فى هذه الأرقام .

س : ٢٧ ٢٨ ٣٥ ٤٤ ٤٥ ٤٧ ٦٠ ٦٦ ٧٣

ص : ٢٥ ٩ ١٨ ٢٧ ٣٢ ٢١ ٣٣ ٣٨ ٤٩

الفصل العاشر

السلاسل الزمنية والاتجاهات

أولاً : السلاسل الزمنية :

- الرسوم البيانية.
- النمو والتناقص.
- الأرقام القياسية.
- المقاييس اللوغاريتمية.

ثانياً : الاتجاهات .

- خطوط الاتجاه العام بطريقة المربعات الصغرى .
- خطوط الاتجاهات للسلاسل اللوغاريتمية .



الفصل العاشر
السلاسل الزمنية والاتجاهات

أولاً : السلاسل الزمنية

على الرغم من اهتمام الجغرافيا بالمكان والاختلافات المكانية ، وعناية التاريخ بالزمن إلا أن الجغرافى لابد له من اللجوء للبعد الزمنى ، ويأتى ذلك من ناحيتين فهو يحتاج عند تفسير الظاهرات الجغرافية المختلفة القائمة حاليا إلى الرجوع لماضيها والبحث عن نشأتها والعوامل التى أثرت فى هذه النشأة أو كما يقال ينظر إلى الماضى باعتباره مفتاحا لفهم الحاضر وتفسيره .

وفوق ذلك فإن التغيرات التى تشهدها الأماكن تختلف معدلاتها ما بين منطقة وأخرى ، وينعكس ذلك بالطبع على خصائص أو ملامح المناطق الجغرافية . وتعرف السلاسل الزمنية بأنها التغيرات المتلاحقة التى تحدث فى ظاهرة ما خلال فترة زمنية معينة ، ولذا فإن معظمها يستند إلى الأشكال البيانية التى يبين على محورها الأفقى الزمن والرأسى أهمية الظاهرة ولذا سنبدأ هذا الجزء بالرسوم البيانية .

الرسوم البيانيـة :

تنقسم الرسوم إلى قسمين : الرسوم البيانية والهستوجرام . وتستخدم الرسوم الخطية عندما تكون كل نقطة على الخط تربط بين أهمية حدوث الظاهرة خلال وقت محدد تماما مثل رسوم درجات الحرارة ونمو السكان ، وعندما تتعلق الأهمية بفترة زمنية مثل كمية الأمطار الشهرية أو معدلات المواليد السنوية فيفضل استخدام الهستوجرام . غير أن الملاحظ ميل الدارسين لاستخدام الخطوط البيانية أكثر، وذلك لسهولة رسمها بسرعة وإمكان مقارنة عدد منها فى إطار واحد لتبين الاتجاهات . كما أن من عيوب الهستوجرام عدم توظيفه فى استكمال البيانات الناقصة ، فمثلا لا يمكن استنتاج معدلات المواليد الشهرية من خلال رسم بيانى فى صورة خط أو منحنى يبين توزيع معدلات المواليد السنوية خلال فترة زمنية محددة .

وعندما يتم تمثيل البيانات بتوقيع كل قيمة محددة تجاه زمن معين فى صورة مجموعة من النقاط توصل هذه النقاط مع بعضها بخط يحدد بمجرد النظرة العامة إليها، والمثال على ذلك ما يحدث عند توقيع بيانات التغيرات السكانية فى مصر كلها عند سنوات محددة حيث يوصل بينها بمنحنى منتظم يسهل استخدامه فى استنتاج حجم السكان فى أى نقطة تقع بين أى تاريخين موقعين على المحور الأفقى . أما إذا كانت الظاهرة موضع البحث أو الدراسة تحتمل التباين السريع من وقت لآخر مثل الصادرات من سلعة معينة أو محصول ما فلا يمكن استخدام الخطوط البيانية فى استكمال القيم الواقعة بين أى نقطتين على المحور الأفقي ، ويمكن الحصول منها فقط على الاتجاه العام للتغيرات أو حساب معدلات التغير من سنة لأخرى حيث يتم توصيل النقاط ببعضها بخطوط مستقيمة .

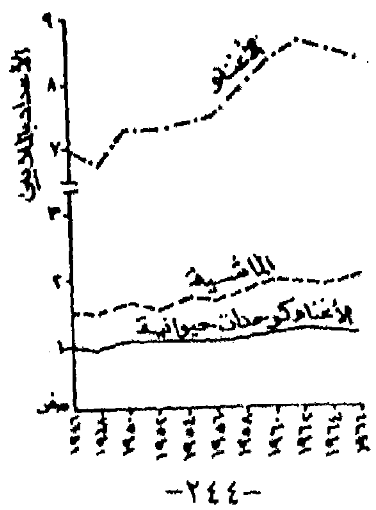
وسيركز هنا على موضوعين هامين متصلان بدراسة السلاسل الزمنية هما :

١- قياس النمو أو التناقص .

٢- تحديد الاتجاهات والتباينات .

النمو والتناقص :

هناك فرق بين استخدام الأرقام المطلقة والنسبية فى قياس التغير ، ففى الحالة الأولى يتوقف قياس التغير على الوحدات المستخدمة فى القياس وفى بعض الأحيان يؤدى إلى مقارنات خاطئة فإذا نظرت إلى الشكل التالى :



يمكنك ملاحظة أن أعداد الأغنام (فى الخط العلوى) وأعداد الماشية إذا قورنت سويا يظهر فيها النمو الأسرع للأغنام والتذبذب بصورة أكبر من الماشية من سنة لأخرى ، وفى واقع الأمر يبدو من الصعب مقارنة أعداد الأغنام باعداد الماشية بصورة مباشرة لأن الوحدات المستخدمة مختلفة من حيث أهميتها الاقتصادية واستهلاكها من الأعلاف مثلا ، وبالتالى يفضل التحويل إلى وحدات حيوانية حيث تساوى الوحدة الحيوانية (واحدة من الماشية) وسبعة من الأغنام ويخفض الخط الذى يمثل الأغنام إلى أسفل ويقل فيه ظهور التذبذب من سنة لأخرى ، كذلك الحال فى مقارنة الانتاج الصناعى وتطوره لابد من تحويل الكميات المنتجة إلى قيمة مالية ومن الأفضل مقارنة النسب المئوية فى مثل هذه الحالات حيث لاتظهر فيها أهمية الوحدات المستخدمة على النحو السابق ، وعلى سبيل المثال إذا حسب النمو النسبى فى أعداد الأغنام فى اسكتلندا المبين فى الشكل السابق لن يتغير سواء حسب من خلال أعداد الأغنام أو بالوحدات الحيوانية لأنه تحول إلى نسب مئوية ، ويسهل عندئذ مقارنته بالتغير النسبى فى أعداد الماشية . ففى خلال الفترة من ١٩٥٦ إلى عام ١٩٦٠ كان هذا التغير فى حالة الأغنام ١١,٧٪ وفى حالة الماشية ١٤,٨٪ ولايظهر هذا التغير النسبى فى الحالتين معا بشكل يمكن مقارنته خلال الشكل المرسوم فى الصفحة السابقة الذى يبين التغير العددى وحده .

- الأرقام القياسية :

وهى إحدى الطرق المستخدمة فى مقارنة التغيرات النسبية خلال فترة زمنية معينة ، وتقوم على تحديد سنة أساس تقارن بها التغيرات التى تحدث فى كل السنوات التالية وتعتبر سنة الأساس هذه تمثل الرقم ١٠٠ ، وتقاس التغيرات بنسبتها إلى سنة الأساس مئويا .

ويبين المثال التالى والمبين فى الجدول المرفق نموذجا لحساب الأرقام القياسية للتغيرات فى أعداد الماشية والأغنام فى اسكتلندا خلال الفترة من ١٩٤٦ إلى ١٩٦٦.

السنة	الماشية		الأغنام	
	الأعداد بالألف	الرقم القياسى	الأعداد بالألف	الرقم القياسى
١٩٤٦	١٤٧٢	١٠٠	٦٩٥٤	١٠٠
١٩٤٨	١٤٩٩	١٠٢	٦٧٣١	٩٨
١٩٥٠	١٦١٦	١١٠	٧٣٣٧	١٠٦
١٩٥٢	١٥٧٦	١٠٧	٧٢٧٣	١٠٥
١٩٥٤	١٧١٠	١١٦	٧٤٢٩	١٠٧
١٩٥٦	١٧٣٦	١١٨	٧٥٢٥	١٠٨
١٩٥٨	١٨٢٠	١٢٤	٧٩٢٩	١١٤
١٩٦٠	٢٠٠٣	١٣٦	٨٤٠٧	١٢١
١٩٦٢	٢٠١٧	١٣٧	٨٦٣٩	١٢٤
١٩٦٤	١٩٩٠	١٣٥	٨٥٣١	١٢٣
١٩٦٦	٢٠٩١	١٤٢	٨٣٧٧	١٢٠

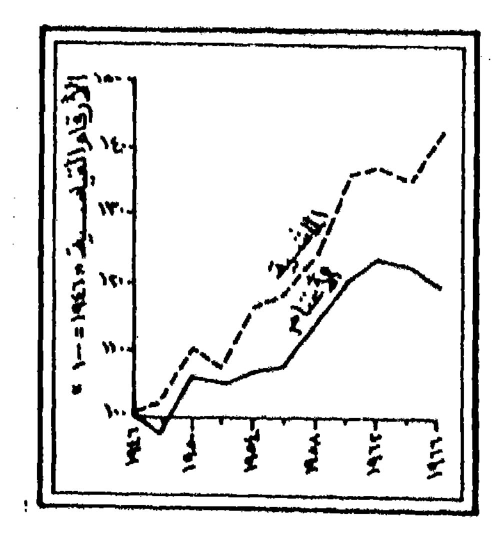
ويحسب الرقم القياسى : بقسمة عدد الماشية عام ١٩٥٠ على نظيره عام ١٩٤٦ كما يلى :

$$\frac{١٦١٦٠٠٠}{١٤٧٢٠٠٠} \times ١٠٠ = ١١٠$$

وقيمة الأرقام القياسية فى عنصرين هما استقلالها الكامل عن التأثر بأهمية الأرقام أو القيم الأصلية والوحدات المستخدمة فى القياس . فهى تعاير كل رقم كنسبة مئوية لسنة الأساس ، ومن ثم تسهل مقارنة النمو أو التناقص فى الظاهرة خلال الفترة المشار إليها.

ويبين الشكل التالى أن نسبة النمو فى الماشية تزيد عن النمو فى الأغنام على الرغم من أن الأعداد المطلقة تظهر العكس ، كما يتميز استعمال الأرقام القياسية بسهولة إجراء المقارنات دون الحاجة إلى جهد كبير فى حساب النسب المئوية لاختلافها فالرقم الذى يبلغ ١٣٦ معناه نسبة نمو مقدارها ٣٦٪ زيادة عن سنة

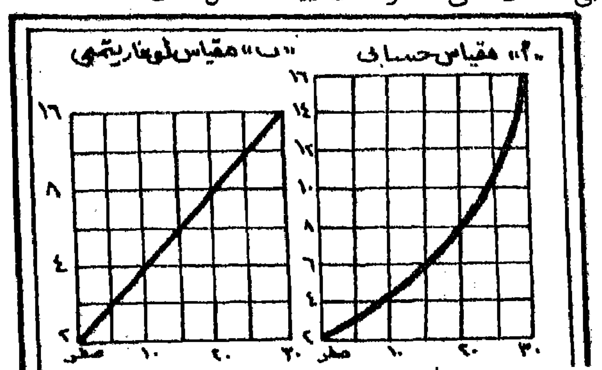
الأساس التى بدأ القياس منها ، وكذلك رقم ٢١٧ يعنى زيادة قدرها ١١٧٪ . أما رقم ٨٨ فمعناه حدوث نقص مقداره ١٢٪ والسؤال هنا هو هل من الضرورى أن تكون سنة الأساس هى السنة الأولى على النحو السابق ؟ والإجابة أنه فى الامكان اختيار أى سنة من السلسلة الزمنية ولكن إذا حدث هذا فربما تتقابل الخطوط أو تتقاطع عند هذه السنة المختارة (مثل الخطوط التى تمثل الأرقام القياسية للزيادة فى الأغنام والماشية فى حالة المثال السابق) ويكمن السبب فى أن كلا من الرقمين القياسيين المستعملين لهذه السنة المختارة سيساوى ١٠٠ .



وأهم ما يؤخذ على الأرقام القياسية هو أنها تقيس مدى التغير بالنسبة لسنة معينة هى نقطة البداية والتى تعتبر مساوية لـ ١٠٠ ، وبالتالى لا يمكن عن طريقها المقارنة بين سنتين متتابعتين فى سلسلة زمنية معينة ، وعلى سبيل المثال فى الحالة السابقة ارتفعت الأرقام القياسية للأغنام والماشية فى اسكتلندا بين عامى ١٩٥٦ ، ١٩٥٨ بنفس القيمة (من ١٠٨ إلى ١١٤ ، ومن ١١٨ إلى ١٢٤ على الترتيب) ، وكانت درجة الانحدار فى الشكل المرسوم لهما واحدة فى التاريخين ، غير أن الزيادة فى الأرقام القياسية بمقدار ست نقاط فى الحالة الأولى على القيمة ١٠٨ تمثل ارتفاعا بنسبة مئوية مقدارها ٥,٦٪ تقريبا على حين لاتمثل الست نقاط نفسها على القيمة ١١٨ فى حالة الماشية سوى زيادة مقدارها ٥,١٪ فقط .

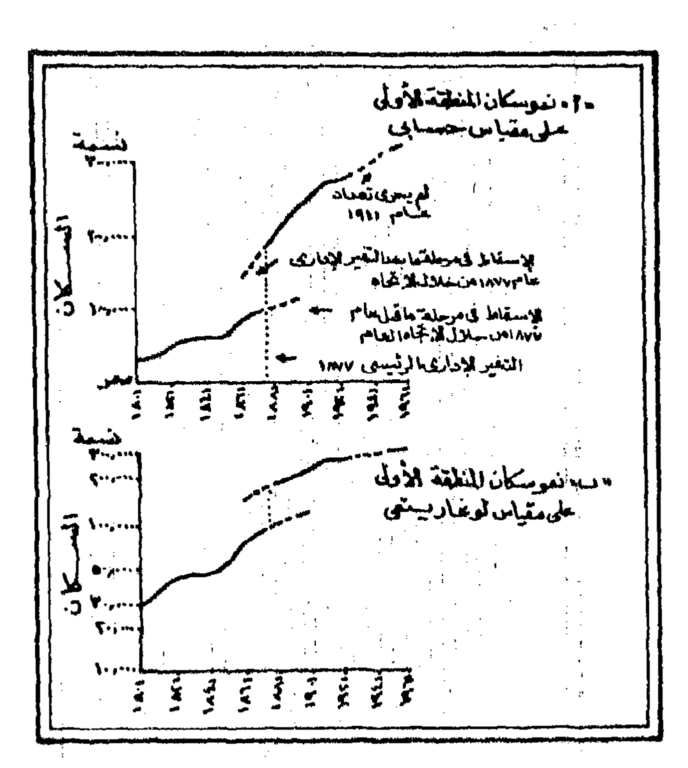
المقاييس اللوغاريتمية :

ويبين هذا النوع من المقاييس التغير النسبى الذى يحدث فى ظاهرة ما أو أكثر خلال فترة زمنية أو بين تاريخين محددين ، ويختلف المقياس اللوغاريتمى عن المقياس الحسابى العادى على النحو الذى يبينه الشكل التالى :



وكما هو واضح من الشكل تظهر الاختلافات على المقياس الحسابى على شكل قيم ثابتة (بحيث تتساوى قيمة التغير العددى باستمرار وهذا فى حقيقة الأمر غير حقيقى لأن التغير الذى يساوى ٢ فى الحالة السابقة لا يتساوى فى قيمته إذا نسب لكل رقم (تختلف $\frac{٢}{٢}$ عن $\frac{٢}{٦}$ عن $\frac{٢}{٨}$ وهكذا) . أما التغير على المقياس اللوغاريتمى فيكون نسبيا ومن خلال فئات ثابتة (يساوى ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ فى المثال السابق بحيث ترتفع قيمة التغير تدريجيا مع كل زيادة ، ففى الحالة الأولى تساوى ١ ، والثانية ٢ ، والثالثة ٤ ، وهكذا على الرغم من ثبات طول المسافة على المقياس).

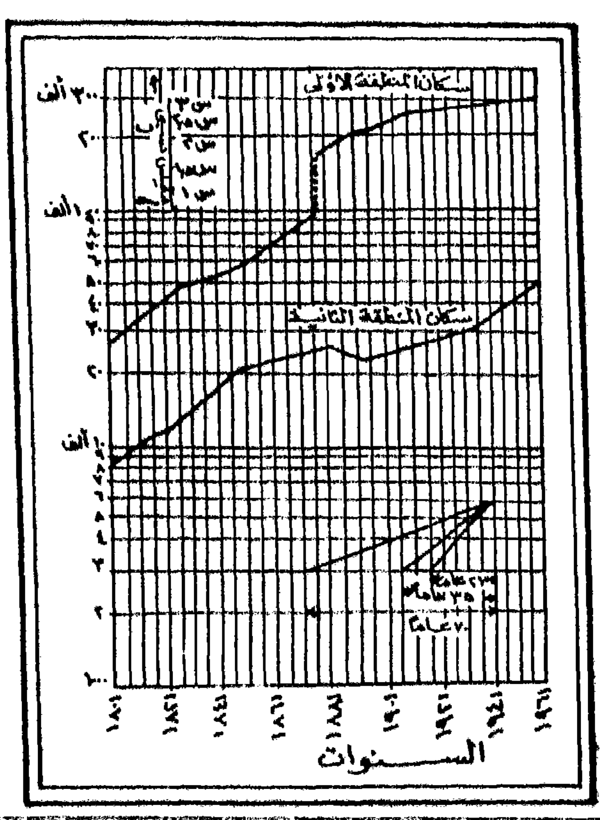
وتستعمل الأشكال البيانية نصف اللوغاريتمية فى توقيع التغيرات التى تحدث فى ظاهرة معينة خلال سلسلة زمنية متعاقبة ، وترسم فيها على أوراق خاصة على المحور الرأسى مقاييس لوغاريتمية وعلى المحور الأفقى السنوات أو الفترات الزمنية بمقياس حسابى (أما إذا كان المحوران بمقياسين لوغاريتميين سمى الشكل لوغاريتمى مزدوج) . وتظهر الأشكال التى تحدث الزيادة فيها بمعدل نسبى ثابت فى كل فترة زمنية (مثل التضاعف كل عشر سنوات على النحو المبين فى الشكل التالى:



شكلان يوضحان الزيادة التي تحدث بين سكان يتضاعفون كل عشر سنوات على مقياسين حسابي ولوغاريتمي .

ففي هذين الشكلين يظهر النمو السكاني في صورة منحنى سريع الانحدار على المقياس الحسابي وفي صورة خط مستقيم مائل على المقياس نصف اللوغاريتمي، وتبين درجة الانحدار بين أي نقطتين على هذا الخط المستقيم بصورة مباشرة على ورقة الرسم البياني نصف اللوغاريتمي معدل التغير النسبي في الظاهرة موضع الدراسة .

وعلى سبيل المثال يمكن تمثيل بمجموعة من الأرقام تبين الزيادة السكانية في منطقتين جغرافيتين بين عام ١٨٠١ ، ١٩٦١ كما هي في الجدول التالي على النحو الموضح في الشكل المبين في الصفحة التالية :



سنة التعداد	سكان المنطقة الأولى	سكان المنطقة الثانية	سنة التعداد	سكان المنطقة الأولى	سكان المنطقة الثانية
١٨٠١	٨٦٨	٢٨٨٠١	١٨٩١	٢٣٧٠	٢١٣٨٧٧
١٨١١	١٠١٧	٣٤٠٣٠	١٩٠١	٢٤٩٣	٢٣٩٧٤٣
١٨٢١	١١٣٨	٤٠١٩٠	١٩١١	٢٧٧١	٢٥٩٩٠١
١٨٣١	١٤٢٨	٥٠٢٢٠	١٩٢١	٢٨٧٧	٢٦٢٦٢٤
١٨٤١	١٨٣٥	٥٢١٦٤	١٩٣١	٣٠٦٤	٢٦٧١٨٩
١٨٥١	٢١٨١	٥٧٤٠٧	١٩٤١	-	-
١٨٦١	٢٢٨٣	٧٤٦٩٣	١٩٥١	٤٥٣٠	٣٠٦٠٠٨
١٨٧١	٢٤٣٦	٨٦٦٢١	١٩٦١	٥١٨٥	٣١١٨٩٩
١٨٨١	٢٦٣٨	١٨٦٥٧٥			

ويبين تمثيل النمو السكانى على مقياس حسابى للمنطقة الأولى أن الزيادة السكانية أكثر سرعة بعد عام ١٨٧٧ حيث عدلت الحدود الإدارية مشيرا بذلك إلى أن التغير السريع تبع التعديل الإدارى وذلك على النحو المبين فى الشكل (أ) ، ويلاحظ أنه عند محاونة اسقاط السكان فى أى فترة لاحقة لعام ١٨٧٧ سيتأثر الاسقاط بالرسم البيانى بحيث يصل إلى رقم أكبر من الحقيقى . أما إذا استند الاسقاط إلى الفترة السابقة فسينتج عنه رقم أقل .

وفى نفس الوقت يبين استخدام المقياس نصف اللوغاريتمى كما فى الشكل (رقم ب) أنه لا خلاف فى معدلات التغير السكانى قبل عام ١٨٧٧ وبعده لأن المعدل مرتبط بحجم السكان فى كل حالة .

والآن إذا نظرت إلى الشكل المبين فى الصفحة السابقة والذى يظهر فيه التغير فى نمو السكان فى منطقتين جغرافيتين تتفاوت أحجامها السكانية بصورة كبيرة مثلما هو الحال فى مدينة كبيرة وقرية فإنه يمكن باستخدام المقياس نصف اللوغاريتمى الذى يعرض التغيرات النسبية وليست العددية إجراء المقارنة بين معدلات التغير فى كل حالة بالأخرى .

فالواضح أن كلا من المنطقة الأولى والثانية بلغت معدلات الزيادة السكانية فيها نفس المستوى خلال الفترة من ١٨٠١ إلى ١٨٣١ حيث تسير المنحنيات في الشكل بصورة متوازية تقريبا . أما فيما بين عامى ١٨٣١ ، ١٨٥١ فإن المنطقة الثانية نمت بصورة أسرع من الأولى (وذلك على الرغم من أن مقدار الزيادة في الحالة الثانية لم يتعد ألف نسمة وفى الحالة الأولى كان سبعة آلاف نسمة) وفيما بين ١٨٥١ وحتى عام ١٨٨١ ازداد سكان المنطقة الأولى بمعدلات أكبر وهكذا ..... ويمكنك أن تلاحظ في الشكل على المحور الرأسى المسافات الفاصلة بين الأرقام (١٠٠٠ - ٢٠٠٠)، (٣٠٠٠ - ٦٠٠٠) ، (٤٠٠٠ - ٨٠٠٠) ، (٤٠٠٠٠ - ٨٠٠٠٠) متساوية أو بمعنى آخر فإن المسافات الفاصلة بين كل زوجين من الأرقام تكون النسبة بينهما ٢:١ متساوية أو ب جـ على المقياس النسبى . كذلك فإن المسافة الفاصلة بين أى زوجين من الأرقام تكون نسبتها ٣:١ متساوية (المسافة أ جـ على المقياس النسبى) ، بصورة عامة يمكن القول أن المسافات الفاصلة بين أى قيمة وليرمز لها بالرمز ن وحتى الرقم أ تكون متساوية أى ٢ : ١ أو ٣ : ١ أو ٤ : ١ ولهذا إذا رغب الفرد فى معرفة مقدار التغير النسبى بين السكان خلال الفترة الفاصلة بين أى تاريخين فما عليه إلا قياس المسافة من بداية الرقم ١ على الدورات اللوغاريتمية (١ ، ١٠ ، ١٠٠) وذلك على المقياس النسبى المبين فى أعلى الشكل).

وهناك طريقة أخرى يمكن بها قياس معدلات النمو السكانى من خلال الرسم البيانى ولكنها أقل دقة وتعتمد على مقارنة درجات الانحدار حيث أتضح أن معدل زيادة مقداره ٣٪ سنويا يؤدى إلى تضاعف السكان كل ٢٣ سنة ، وحينما يبلغ المعدل ٢٪ يتضاعفون كل ٣٥ سنة وعند ١٪ كل ٧٠ ، وبناء على ما سبق يمكن ملاحظة أن المنطقة الأولى تراوحت زيادة سكانها بين ١ ، ٢٪ سنويا خلال معظم القرن ١٩ وقلت معدلاتها عن ١٪ سنويا خلال القرن العشرين .

نقطة أخيرة تتعلق باستخدام المقياس اللوغاريتمى هى أنه يتفق مع السلاسل الزمنية التى يحدث فيها نمو الظاهرة بطريقة الربح المركب فمثلا معدل النمو

الاقتصادى الذى يبلغ ٣٪ فى دخل الفرد الامريكى يختلف تماما عن نفس المعدل فى نمو دخل الفرد المصرى أو الهندى مثلا .

ثانياً : الاتجاهات :

يتضح من دراسة التغيرات التى تنتاب ظاهرة ما خلال الزمن إما نموها أو تناقصها أو تعرضها للتذبذب بين الزيادة والنقص ، ويمكن تقسيم الظاهرات من حيث تطورها خلال السلاسل الزمنية إلى ثلاث مجموعات هى :

١- ظاهرات يبدو فيها اتجاه عام لنوع من أنواع التغير .

٢- ظاهرات تتسم بذبذبات يومية أو فصلية تأخذ صورة دورات محددة تختلف بمقتضاها من وقت لآخر .

٣- ظاهرات تتغير بصورة عشوائية أو غير منتظمة .

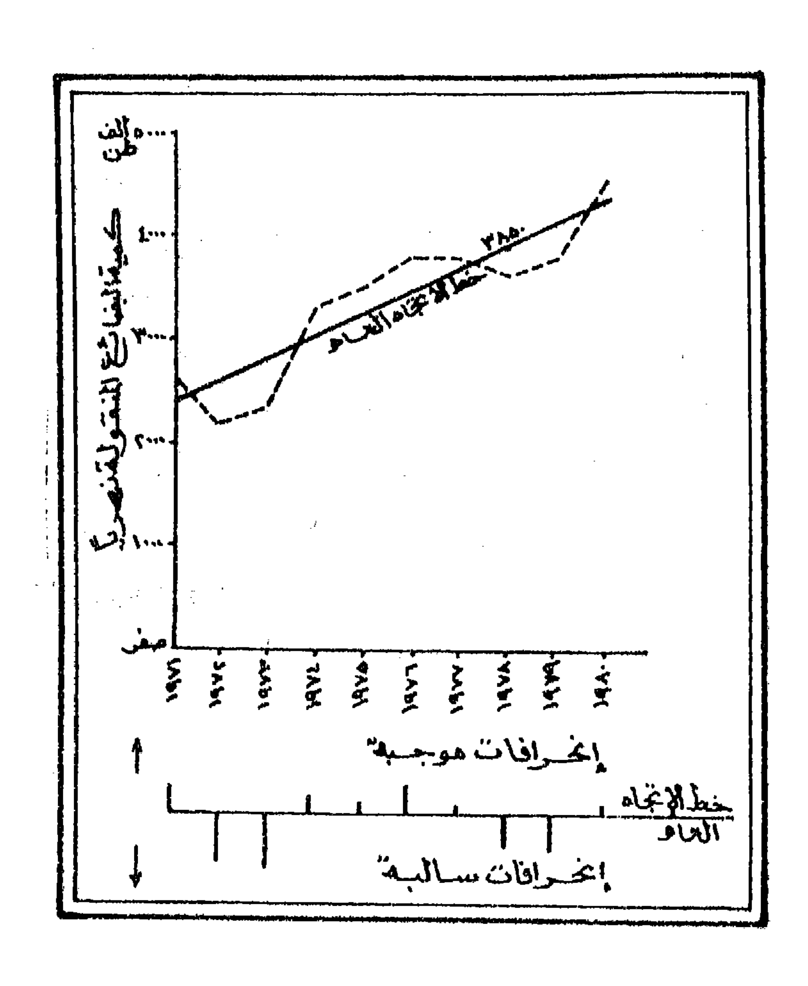
وإذا نظرت إلى الأرقام المبينة فى الجدول التالى والتى تبين تطور كمية البضائع المنقولة نهريا فى مصر (بالألف طن) خلال السنوات من ١٩٧١ إلى ١٩٨٠ فإن الاتجاه العام الظاهر فيها هو الزيادة المستمرة والتى تتخللها بعض الذبذبات الواضحة فى بعض الأحيان من سنة إلى أخرى ، والآن كيف يمكن استخلاص بعض الحقائق الكمية من هذا الجدول ؟

السنة	الكمية (ألف طن)	أنصاف المتوسطات	السنة	الكمية (ألف طن)	أنصاف المتوسطات
١٩٧١	٢٦٣٥		١٩٧٦	٣٧٣٦	
١٩٧٢	٢١٨٨		١٩٧٧	٣٧٦١	
١٩٧٣	٢٢٩٣	٢٧٦٤	١٩٧٨	٣٥٤٨	٣٨٥٠
١٩٧٤	٣٢٦٠		١٩٧٩	٣٧٧٠	
١٩٧٥	٣٤٤٤		١٩٨٠	٤٤٣٤	

والخطوة الأولى فى مثل هذه الحالة هى محاولة رسم خط بيانى يوضح الاتجاه العام للتغير فى نقليات البضائع النهرية ، ويتم ذلك بحساب أنصاف المتوسطات أى حساب متوسط نصف عدد سنوات السلسلة الزمنية ، ولما كانت هذه السلسلة تشمل عشر سنوات فيحسب متوسط السنوات الخمس الأولى من ١٩٧١ إلى ١٩٧٥ ، ثم متوسط السنوات الخمس التالية من ١٩٧٦ إلى ١٩٨٠ وهما ٢٧٦٤ ، ٣٨٥٠ على الترتيب ويرسم بعد ذلك خط أفقى على ورقة الرسم البيانى توضح عليه السنوات ومحور رأسى تبين عليه كميات البضائع المنقولة بالطن ، ولما كانت أنصاف المتوسطات مأخوذة لكل خمس سنوات فإن الخطوة الأولى لرسم خط الاتجاه العام هى تعيين موقع القيمة ٢٧٦٤ والقيمة ٣٨٥٠ بحيث توقع الأولى تجاه عام ١٩٧٣ باعتباره يمثل السنة المتوسطة بين السنوات الخمس الأولى، والثانية تجاه عام ١٩٧٨ حيث متوسط السنوات الخمس التالية ويتم التوصيل بين هاتين النقطتين بخط يحدد الاتجاه العام للتغيرات فى نقليات البضائع .

وعندئذ يطرح تساؤل مؤداه هل تأخذ هذه الذبذبات صورة عشوائية أو تأخذ نمطا محددا ، وإذا لاحظت من الشكل الانحرافات الموجبة والسالبة عن الاتجاه العام فإن النتيجة تكون كما يلى : + - - ++++ - - + ، ومن الواضح أن التتابع بدأ موجبا فى عام واحد ثم سالبا فى عامين ثم موجبا فى أربعة أعوام ثم سالبا مرة أخرى فى عامين وانتهى موجبا فى العام الأخير . إذن فالتغيرات تبادلية بين الموجب والسالب ، ولكنها ليست منتظمة من حيث عدد السنوات التى تحدث فيها .

ويمكن أن تطبق طريقة المتوسطات المتحركة لتقليل درجة عدم الانتظام وزيادة الانتظام فى الذبذبات بأخذ متوسطات كل مجموعة من السنوات ولتكن ثلاث سنوات مثلا بحيث يحدث تداخل بينها وذلك كما يلى :


ألف طن
٥٠٠٠
٤٠٠٠
٣٠٠٠
٢٠٠٠
١٠٠٠
صفر
٣٨٥٠
خط الاتجاه العام
١٩٧١
١٩٧٢
١٩٧٣
١٩٧٤
١٩٧٥
١٩٧٦
١٩٧٧
١٩٧٨
١٩٧٩
١٩٨٠
انحرافات موجبة
خط الاتجاه العام
انحرافات سالبة

السنة	القيمة	المتوسطات المتحركة كل ٣ سنوات
١	أ	
٢	ب	
٣	جـ	(أ + ب + جـ) / ٣
٤	د	(ب + جـ + د) / ٣
٥	هـ	(جـ + د + هـ) / ٣
٦	و	(د + هـ + و) / ٣

ويمكن من خلال المتوسطات رسم شكل بيانى يوضح فيه الاتجاه العام ومدى التذبذبات في قيم المتوسطات وبصورة عامة يراعى عند تحليل السلاسل الزمنية بهذه الطريقة ما يلى :

(١) أن السلاسل الزمنية لا تحتوى كلها على عنصر الدورية فقد تظهر المتوسطات المتحركة وجود اتجاهات قصيرة المدى من الزيادة أو النقص مثلا على عكس الاتجاه العام نحو الزيادة سابق الإشارة إليه ، وأهم فائدة للمتوسطات المتحركة أنها تقلل من حدة التذبذبات الشديدة فى توزيع القيم .

(٢) إذا تبين وجود دورات معينة زيادة أو نقصا فإن هذه الدورات تتوقف إلى حد كبير على عدد السنوات التى يحسب متوسطها إذا كانت ثلاث ستختلف عن الخمس أو السبع مثلا .

(٣) يمكن استخدام خط الاتجاه العام فى إسقاط الظاهرة مستقبلا ، يجب أن يتم ذلك فى ضوء شروط محددة هى ثبات تأثير كل العوامل فى تطور الظاهرة فى الماضى خلال السنوات التى سيتم الاسقاط خلالها فى المستقبل .

خطوط الاتجاه العام بطريقة المربعات الصغرى :

يرسم خط الاتجاه العام بطريقة تقلل بقدر الامكان من مدى انحرافات توزيع القيم حوله . وقد سبقت الاشارة إلى طريقة انصاف المتوسطات وهى تتسم بسرعة حسابها واستعمالها لأغراض مختلفة . ولكن يمكن استعمال طريقة أخرى هى المربعات الصغرى للتقليل من مجموع مربعات انحرافات القيم عن خط اتجاهها العام . وأول خطوات هذه الطريقة استخدام المربعات الصغرى ثم توقيع نتائجها بعد ذلك الأمر الذى يتطلب حسابات أكثر .

وتقوم فكرة رسم أى خط بيانى مستقيم على معادلة الخط المستقيم والتى تأخذ الصيغة : ص = م س + جـ حيث تكون س ، ص هى المتغيرات و م ، جـ هى الثوابت التى تحدد انحدار الخط وتقطع المحور الصادى . ومن ثم فإن كل خط ما هو إلا مركب من قيم م ، جـ . وعندما تعرف هذه القيم يمكن رسمه بسهولة بتوقيع هاتين النقطتين والتوصيل بينهما .

وتكمن المشكلة فى تحديد قيمة كل م ، جـ من خلال قيم ص الموزعة خلال فترات زمنية معينة (وهى المحور السينى الذى يظهر السنوات) . فإذا أخذت نقطة الوسط خلال الفترة الزمنية باعتبارها صفر ورمز لها بالرمز س = صفر فيمكن معرفة الانحرافات عنها كما يلى :

تطور سكان امريكا الشمالية ١٩٢٠ - ١٩٦٠

السنوات	عدد العقود من منتصف الفترة (س)	السكان بالمليون (ص)	س²	س ص
١٩٢٠	-٢	١١٧	٤	-٢٣٤
١٩٣٠	-١	١٣٤	١	-١٣٤
١٩٤٠	صفر	١٤٤	صفر	صفر
١٩٥٠	+١	١٦٦	١	١٦٦
١٩٦٠	+٢	١٩٩	٤	٣٩٨
		مجـ (ص) ٧٦٠	مجـ س² ١٠	مجـ س ص ١٩٦

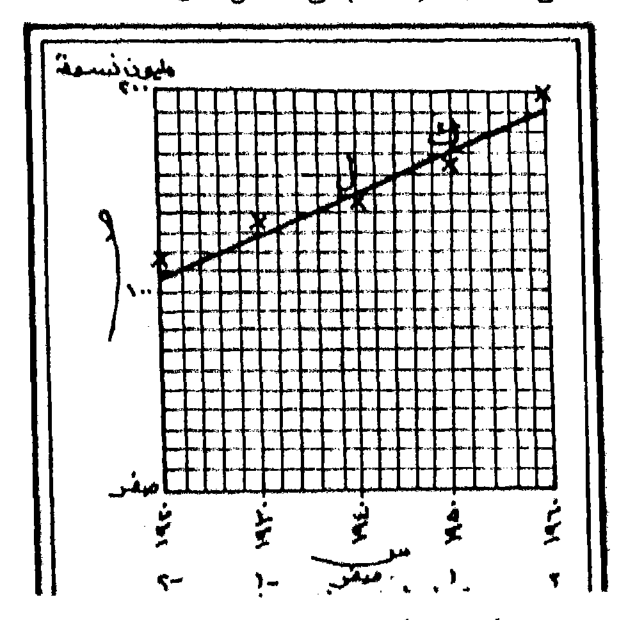
فعام ١٩٤٠ يمثل نقطة الوسط حيث يقع قبله ٢٠ عاما وبعده أيضا نفس الفترة وعلى ذلك تكون

$$\text{قيمة م} = \frac{\text{مجـ س ص}}{\text{مجـ س}^2} = \frac{١٩٦}{١٠} = ١٩,٦$$

$$\text{وقيمة حـ} = \frac{\text{مجـ ص}}{\text{ن}} = \frac{٧٦٠}{٥} = ١٥٢$$

وهنا تصبح المعادلة : ص = ١٩,٦ س + ١٥٢

ويمكن بعد ذلك رسم الخط بحساب موقع نقطتين من خلال المعادلة السابقة وأسهل نقطتين فى حسابهما (ك ، ل) فى الشكل التالى :



نمو سكان امريكا الشمالية (١٩٢٠-١٩٦٠)

عندما تكون س = صفر

فإن ص = م صفر + حـ = ١٥٢ حسب المعادلة فى الصفحة السابقة

وعندما تكون س = ١

فطبقاً للمعادلة السابقة نحصل على قيمة س على أنها

= م × ١ + حـ = م + حـ

= ١٩,٦ + ١٥٢ = ١٧١,٦

وفى الحالـة الأولى وقعـت قيمـة ل عندمـا كـانت س = صفـر علـى المحـور الأفقى أى عند عام ١٩٤٠ ونصعد إلى أعلى حتى نصل للقيمة ١٥٢ ، وفـى الحالـة الثانية وقعت قيمة ك عندما تكون س = ١ عند العام ١٩٥٠ وهى تساوى ١٧١,٦

خطوط الاتجاهات للسلاسل اللوغاريتمية :

حسبت الاتجاهات فى الحالات السابقة استنادا إلى فرضية مؤداها أن التغير يتم فى خط مستقيم ، غير أن الملاحظ فى كثير من الأحيان أن التغير يحدث بصـورة أسية (الدالة الأسية ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦) وبالتالى يستخدم المنحنى اللوغاريتمى كبديـل للخط المستقيم فإذا كان لدينا توزيعا نظريا كما يلى :

السـنة	١	٢	٣	٤	٥
العدد (الأرقام)	١	٣	١٠	٢٠	٨٠

والفرق الوحيد فى هذه الحالة هـو اسـتعمال لوغاريتمـات القيـم بـدلا مـن الأعداد المطلقة على النحو التالى :

السنوات	انحراف عدد السنوات عن المنتصف (س)	العدد (ص)	س٢	لو ص	س لو ص
١٩٢٠	-٢	١	٤	صفر	صفر
١٩٣٠	-١	٣	١	٠,٤٨	-٠,٤٨
١٩٤٠	سفر	١٠	صفر	١,٠	صفر
١٩٥٠	١	٢٠	١	١,٣	١,٣
١٩٦٠	٢	٨٠	٤	١,٩	٣,٨
			مجـ س٢ ١٠	مجـ لو ص ٤,٦٨	مجـ س لو ص = ٤,٦٢

وتتغير معادلة المربعات الصغرى عندئذ لتأخذ الصورة :

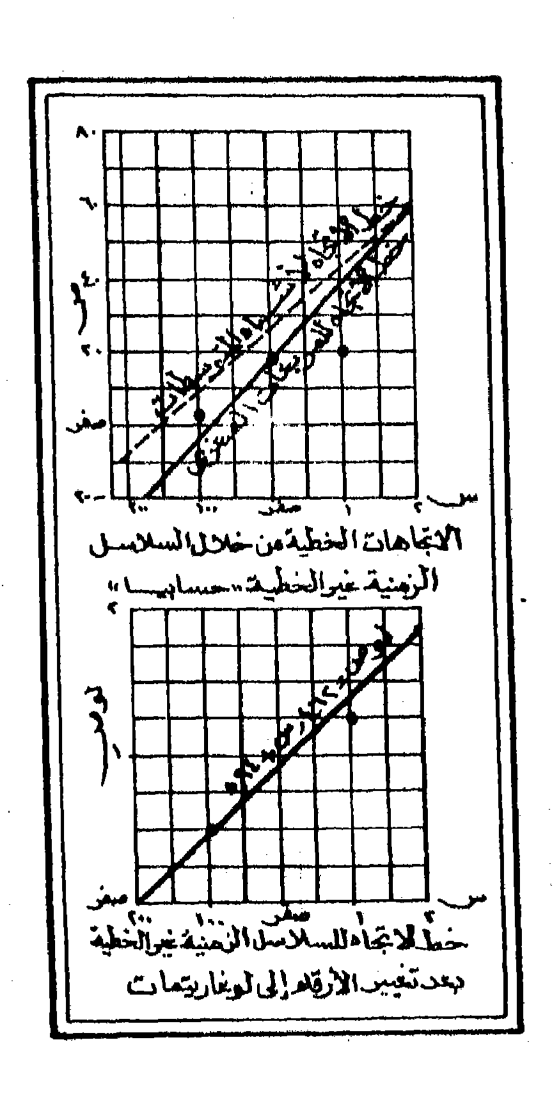
لو ص = م س + جـ حيث م = مجـ (س لو ص) ÷ مجـ س٢ ، جـ = (مجـ لو ص) ÷ ن

وبالتطبيق تكون :

م = ٤,٦٢ = ٠,٤٦٢ ، جـ = $\frac{٤,٦٨}{٥}$ = ٠,٩٤

والمعادلة المطلوبة هى : لو ص = ٠,٤٦ س + ٠,٩٤

ويبين الشكل التالى توقيع هذا الرسم البيانى :



الاتجاهات الخطية من خلال السلاسل الزمنية غير الخطية «حسابيا»

خط الاتجاه للسلاسل الزمنية غير الخطية بعد تغيير الأرقام إلى لوغاريتمات

الفصل الحادى عشر

التوزيعات الإحتمالية

- الإحتمالات
- قوانين الإحتمالات
  - ١ - قوانين الجمع
  - ٢ - قانون الضرب
- التوزيعات الاحتمالية
- توزيع ذات الحدين
- الاحتمالات والتوزيعات التكرارية
- التوزيع الإحتمالى المعتدل
- خصائص التوزيع المعتدل



Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

الفصل الحادى عشـر

التوزيعات الإحتمالية

بدا فى الفصول السابقة مدى الإهتمام بالاحصاء الوصفى والـذى يميـل إلى حساب مؤشرات معينة يمكن مـن خلالهـا وصـف البيانـات والتعـرف عليهـا بصـورة مختصرة . ولكن ذلك يعتبر غير كاف فى معظم الأحوال للتعـامل مـع كـل البيانـات الجغرافيـة ، فقـد يرغـب البـاحث فـى تقديـر أحجـام واسـتدارة الحصـى علـى أحـد الشـواطئ ، ولا يمكنه أن يحصى كل أفراد الظاهرة فلا حل سوى الحصول على عينة، وعليه أن يجيب على مجموعة من الأسئلة تتصل بحجم هذه العينة والطريقة التى يحصل بها عليها ، ومدى الثقة فى بياناتها وإمكان تقدير خصائص معينة منها يمكن الركون إلى تعميمها على الشاطئ كله . وفى بعض الأحيان قد يكون لدى الباحث مجموعـة من البيانات تتعلق بمناطق متباينة - مثل استخدامات الأراضى أو إنتاجية المحاصيل فى مناطق مختلفة الانحدارات أو التربات - ويريـد أن يـرى إذا كـانت أوجـه التشـابه أو الاختلاف فى هذه البيانات ترجع إلى تشابه أو تباين حقيقى أم هى مجرد صدفة بحتة.

كما قد يرمى إلى تحديد العلاقة الرياضية الموجودة بين متغيرين يؤثر أحدهما فى الآخر (مثل حجم سكان مدينة معينة وعـدد أنـواع المحلات التجاريـة فـى قلبهـا التجـارى) بمـا يمكنـه فـى هـذه الحالـة أن يتوقـع كيـف يؤثـر التغيير فـى واحـدة مـن الظاهرتين على التغير فـى الظـاهرة الأخـرى . ومثـل هـذه المشـكلات الجغرافيـة مـن الصعب الوصول فيها إلى نتيجة محددة تماما نظرا للطبيعـة الخاصـة للعلاقـات المتبادلة بين العوامل التى تؤثر فى ظاهرة ما والظاهرة نفسها ، ولكن فى الإمكان من الناحيـة الإحصائية حساب درجة الدقة أو الثقة الموجودة فـى بيانـات معينـة أمكـن الحصـول عليها . وتسمى المفاهيم والأساليب الإحصائية التى يمكـن عـن طريقهـا الوصـول إلى هذه الأغراض باسم "الإحصاء الاحتمالى" ، وسينصب هذا الفصل على معالجـة هـذا الموضوع .

وربما يجد القارئ نفسه إزاء بعض النقاط التـى تبـدو بعيـدة عـن مشـكلات الجغرافيا أحيانا ، ولكن لاشك أن استيعاب هذه الأساليب التـى تبـدو فـى ظاهرهـا غير جغرافية يساعد كثيرا فى فهم الطرق التى تعالج المشكلات الجغرافية .

الاحتمالات :

يعرف الاحتمال بأنه التكرار النسبى الذى يحث بمقتضـاه حـدث معين فـى الوقت الحالى أو فى المستقبل وعلى المدة الطويل . وهو يقـاس عـادة بمقيـاس يـتراوح بين صفر (الذى يعنى استحالة الحدوث) وواحد صحيح (الذى يعنى حدوثا مؤكـدا) وعلى سبيل المثال إذا ألقيت قطعة معدنية على منضـدة فـإن احتمـال الحصـول علـى أحد وجهيها (الكتابة) هو ٥٠ مرة واحتمال الحصول على الوجه الآخـر (الصفـر أو النسر) فيكون احتمال الحصـول علـى كتابـة $\frac{٥٠}{١٠٠}$ = ٠,٥ واحتمـال الحصـول علـى الصفر $\frac{٥٠}{١٠٠}$ = ٠,٥ ويعبر عن ذلك رياضيا كما يلى :

س (كتابة) ، ص = (صفر) = ٠,٥

وكذا يمكنك أن تجد فى الأمثلة الآتية نموذجا للاحتمالات :

س (الوفاة) = ١ (معنى ذلك أن ١٠٠ شخص من مائـة سـوف يموتـون – فالموت مؤكدا حتما) .

ص (مصادقة القطط للفئران) = صفر (ومعنى ذلك أن القطط من المستحيل أن تعقد صداقة مع الفئران) .

وبناء على ماسبق يجب التأكيد على نقطتين هما :

أ- أن معرفة درجة تكرار حدوث الحدث علـى المـدى الطويـل ربمـا لا يقـدم سـوى مؤشرا محدودا عن مدى حدوثه فى المدى القريـب. ولإيضـاح ذلـك إذا كنـت تلعب لعبة النرد (الطاولة) وألقيت الزهر خمس مرات وحصلت علـى مـا تريـده فإنه فى المرة السادسة ربما أيضا تحصل على ما تريد من الأوجه بنفـس الدرجـة التى تصل لها إذا ما كنت قد خسرت خمـس مـرات ، ومعنـى ذلـك أن الوجـه الذى ستحصل عليه فى المرة السادسة يتساوى فى حالتى الفوز والخسارة.

ب- إذا عرفت احتمال حدوث ظاهرة معينة لفترة طويلة فإن توقع حدوثها بعد ذلك يكون أكثر دقة . فعلى سبيل المثال إذا لقيت قطعة عملة معدنية ١٠٠٠ مرة فإن نسبة الكتابة إلى الصفر ستقترب أكثر من التوزيع بالصورة ٥٠٪ ، ٥٠٪ إما إذا القيتها ١٠٠ مرة فإن نسبة الاقتراب ستكون أقل وستصبح أقل بكثير إذا ألقيت عشر مرات فقط .

تطبيق :

(١) إذا كانت نسبة المواليد الذكور تبلغ ١٠٦/١٠٠ من الاناث .

أ - ما هو احتمال ولادة طفل تالى ذكر .

ب- ما هو احتمال ولادة طفلة تالية انثى .

جـ- ما هو احتمال ولادة الطفل إما ذكر أو انثى .

(٢) إذا لقيت زهر النرد ٦٠٠ مرة فكم مرة يمكنك أن تحصل على ٦ (تمثل الستة أحد الأوجه التى تتوزع بينها الأوجه المختلفة وعددها ستة أوجه هى ١ ، ٢، ٣، ٤ ، ٥ ، ٦ .

قوانين الإحتمالات :

١ - قانون الجمع :

إذا القى الزهر ٦٠٠ مرة فإن الواحد سيظهر أمامك ١٠٠ مرة والاثنين ١٠٠ مرة أخرى وهكذا . ولهذا فإن احتمال الحصول على الواحدة أو الاثنين هو ٢٠٠ مرة وبمعنى آخر :

$$\text{س}(١ \text{ أو } ٢) = \frac{١٠٠}{٦٠٠} + \frac{١٠٠}{٦٠٠} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٦} = \frac{١}{٣}$$

وبصفة عامة يمكن القول أن احتمال حدوث أى حدثين مستقلين عن بعضهما نحصل عليها بجمع احتمال حدوث كل واحد منهما على حدة .

مثال :

من دراسة عن متوسطات الانتاج الزراعى للفاكهة والخضر خلال مائة عام مضت وجدت أن انخفاضا كبيرا فى المتوسط حدث :

فى خمس سنوات بسبب الصقيع - فى ٤ سنوات بسبب الجفاف فى الصيف - وفى سبع سنوات بسبب العواصف الترابية فى الربيع إذا فرضت أنه لا يوجد تغيير كلى فى هذه الظروف فما هى احتمالات انخفاض المحصول نتيجة لأى سبب من هذه الأسباب ؟

الحل :

$$س \text{ (بسبب الصقيع) } = \frac{٥}{١٠٠} = ٠,٠٥$$

$$س \text{ (بسبب الجفاف) } = \frac{٤}{١٠٠} = ٠,٠٤$$

$$س \text{ (بسبب العواصف) } = \frac{٧}{١٠٠} = ٠,٠٧$$

ولهذا فإنه فى ظل عدم وجود ارتباط بين حدوث هذه الأحوال المناخية الثلاث فإن الاحتمالات (أما بسبب الصقيع أو الجفاف أو العواصف ٠,٠٥ + ٠,٠٤ + ٠,٠٧ = ٠,١٦

وبمعنى آخر فإن انخفاض إنتاجية المحاصيل المذكورة لأى سبب من الأسباب سالفة الذكر من المحتمل أن يحدث فى ١٦ سنة من مائة سنة على الرغم من أن البيانات لا تقدم مؤشرا حول متى يحدث ذلك .

٢ - قانون الضرب :

إذا القى زهران للنرد (الطاولة) سويا فإننا سنحصل منهما على ٣٦ وجها يمكن وضعها فى الجدول التالى :

كل النتائج التى يمكن الحصول عليها من إلقاء زهرى النرد سويا

(٦ ، ٦)	٦ ،٥	٦ ، ٤	٦ ، ٣	٦ ، ٢	٦ ، ١
(٥ ، ٦)	٥ ،٥	٥ ، ٤	٦ ، ٥	٥ ، ٢	٥ ، ١
(٤ ، ٦)	٤ ،٥	٤ ، ٤	٤ ، ٣	٤ ، ٢	٤ ، ١
(٣، ٦)	٣ ، ٥	٣ ، ٤	٣ ، ٣	٣ ، ٢	٣ ، ١
(٢ ، ٦)	٢ ،٥	٢ ، ٤	٢ ، ٣	٢ ، ٢	٢ ، ١
(١ ، ٦)	١ ،٥	١ ، ٤	١ ، ٣	١ ، ٢	١ ، ١

وكل زوج من هذه الأرقام له نفس الفرصة فـي الظهـور إذا كـان الزهـران يتم القاؤهما بحرية أو دون عوائق . ولذلك فإن احتمال الحصول على ٦، ٦ = $\frac{١}{٣٦}$ أو ٠,٠٢٨ ويمكن حساب ذلك على النحو التالى :

س (ستة) = $\frac{١}{٦}$

س (٦ ، ٦) = $\frac{١}{٦} \times \frac{١}{٦} = \frac{١}{٣٦}$

وبالتالى فإن احتمالات حدوث حدثين أو أكثر مع بعضهما إمـا فـى وقـت واحد أو بالتتابع يمكن الحصول عليها بضرب احتمالات هذه الأحداث فى بعضها .

مثـال :

إذا استخدمت بيانات إنتاج محاصيل الخضر والفاكهة السابقة فـإن احتمـال حدوث انخفاض فى الإنتاجية لكل الأسباب مجتمعة هى :

سَ (الهبوط فى سنة واحدة) = ٠,١٦

وعلى ذلك فإن س (العامين متتاليين) = ٠,١٦ × ٠,١٦ = ٠,٠٢٥٦

(على فرض أن الظروف فى سنة ما لا تؤثر فى التالية لها) .

ونخلص من ذلك إلى أن قانون الجمـع ينطبـق علـى أمـا / أو أى وضـع مـن الأوضاع على حين أن قانون الضرب ينطبق على هذا الوضع وذاك .

التوزيعات الاحتمالية :

إذا نظرت إلى الجـدول السـابق الخـاص بنتـائج القـاء الزهـر وجمعـت كـل زوجين من الأرقام فإن النتائج ستكون كما يلى :

مجموع كل النتائج التى يمكن الحصول عليها من إلقاء زهرى النرد سويا

١٢	١١	١٠	٩	٨	٧
١١	١٠	٩	٨	٧	٦
١٠	٩	٨	٧	٦	٥
٩	٨	٧	٦	٥	٤
٧	٦	٥	٤	٣	٢

وتستطيع من هذا الجدول أن ترى أن طريقة واحدة فقط يمكن الحصول بها على ١٢ وطريقتين على ١١ (٥ + ٦ أو ٦ + ٥) وثلاث طرق للحصول على ١٠ (٦ + ٤ أو ٥ + ٥ أو ٤ + ٦) وهكذا ، وإذا عرفنا أن كل واحدة من هذه الطرق لها نفس احتمال الحدوث والذى يساوى $\frac{١}{٣٦}$ فإن احتمال حصولنا على ٦،٦ = $\frac{١}{٣٦}$ فقط واحتمال حصولنا على ١١ = $\frac{٢}{٣٦}$ وعلى ١٠ = ٣/٣٦ وهكذا بتطبيق قانون الجمع يمكن الحصول على باقى الاحتمالات لتكون جدولا كما يأتى :

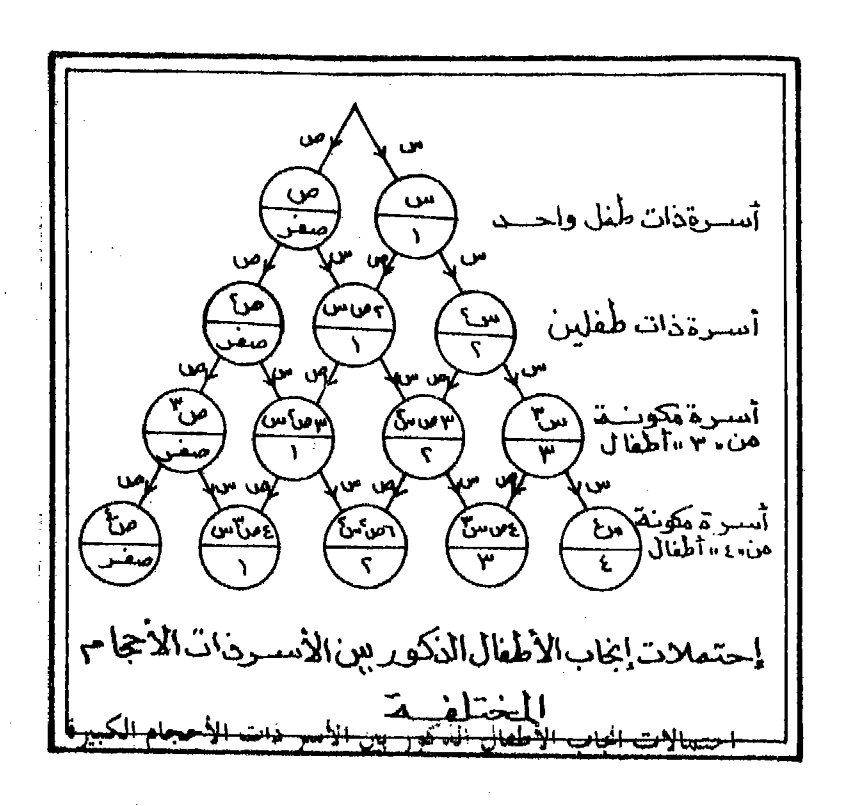
مجموع الوجهين	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢
الاحتمال	$\frac{١}{٣٦}$	$\frac{٢}{٣٦}$	$\frac{٣}{٣٦}$	$\frac{٤}{٣٦}$	$\frac{٥}{٣٦}$	$\frac{٦}{٣٦}$	$\frac{٥}{٣٦}$	$\frac{٤}{٣٦}$	$\frac{٣}{٣٦}$	$\frac{٢}{٣٦}$	$\frac{١}{٣٦}$

ومثل هذا التوزيع يعرف بالتوزيع الاحتمالى ، ويمكنك ملاحظة أن مجموع كل هذه الاحتمالات = ١ الأمر الذى يعنى أنه من المؤكد أن القاء الزهرين ينتج عنه كل هذه الاحتمالات لأن التوزيع يغطى أو يشمل كل النتائج الممكنة .

- توزيع ذا الحدين :

وهو واحد من أكثر التوزيعات الاحتمالية شيوعا ويعنى تكرار حدوث الحدث حينما يكون لدينا فقط نتيجتين ممكنتين مثلما يحدث عند ولادة طفل فهو أما ذكر أو انثى ، والاحتمالات هنا متساوية تقريبا (٠،٥ لكل حالة إذا ما تجاهلنا العدد الأكبر قليلا من الأطفال الذكور عن الإناث عند الولادة) ولكى يكون المثال عاما سنرمز إلى احتمال ولادة ذكر بالرمز س واحتمال ولادة طفلة انثى بالرمز ص وبالتالى فإن س + ص = ١ طالما أن هذه هى كل نتائج الولادة الممكنة .

فإذا كان لديك أسر مختلفة الأحجام لديها طفل وطفلتين وثلاثة وأربعة أطفال فإن الشكل التالى يبين احتمالات وجود الأطفال الذكور بين أفرادها .



احتمالات إنجاب الأطفال الذكور بين الأسر ذات الأحجام المختلفة

فمن هذا الشكل يمكن معرفة إمكان وجود أطفال ذكور بين الأسر المختلفة من خلال الدوائر الواقعة أمام كل نمط من الأحجام . ويبين الجزء المكتوب فى النصف العلوى من الدائرة احتمال وجود العدد الواقع فى النصف الأسفل من الذكور لدى كل أسرة . فمثلا فى الأسرة ذات الأطفال الثلاثة هناك احتمال لوجود طفلين من الذكور ٣ ص س٢ ولكن كيف جاءت هذه القيمة من الشكل ، إذا نظرت ستجد أنك لفهمه لا بد من حركتين فى وقت واحد من خلال الأسهم التى تبين احتمالات ولادة ذكر (س) أو انثى (ص) . ولكى تصل إلى الدائرة المذكورة سلفا من الناحية اليمنى أو اليسرى هناك ثلاث طرق (٣ احتمالات) :

س	س	ص	ذكر	ذكر	أنثى
س	ص	س	ذكر	أنثى	ذكر
ص	س	س	أنثى	ذكر	ذكر

ويمكنك ملاحظة أن طريق الوصول للدائرة مر فى كل الحالات باحتمال وجود الذكور مرتين ($س^{٢}$) والاناث مرة وحدة ومن خلال قانون الضرب السابق تكون ص × س × س = ص $س^{٢}$ وبالتالى فإن مجموع الاحتمالات كلها = ص $س^{٢}$ + ص $س^{٢}$ + ص $س^{٢}$ ثلاث مرات أى = ٣ ص $س^{٢}$ (من خلال قانون الجمع.

تطبيق :

أكمل الأرقام فى مجموعة الدوائر السفلى من الشكل :

سوف تلاحظ أن الرموز النصف العلوى من الدوائر الأربعة يمكن وضعها جبريا فى الصورة :

$ص + س = (ص + س)^{١}$

$ص^{٢} + ٢صس + س^{٢} = (ص + س)^{٢}$

$ص^{٣} + ٣ص^{٢} س + ٣ص س^{٢} + س^{٢} = (ص + س)^{٣}$

$ص^{٤} + ٤ص^{٣} س + ٦ص^{٢} س^{٢} + ٤ ص س^{٣} + س^{٤}$

وهذا الجزء الأخير هو الذى يمثل النصف العلوى من الدوائر الخمسة المشار إليها :

وهكذا يبدو أن احتمالات الحصول على عدد من الأطفال الذكور أو الاناث يرتبط بعدد حالات الولادة (ن) أو يمكن أن يكون مجموع س ، ص مرفاعا إلى القوة ن (س + ص) . ويعرف ذلك باسم التوزيع ذو الحدين وله استخدامات كثيرة .

مثال :

ما هو احتمال وجود الأطفال الذكور فى أسرة مكونة من ستة أطفال الاحتمالات لا يوجد أطفال = صفر طفل = واحد طفلين : ثلاثة أربعة : خمسة ستة.

الحل :

(س + ص)٦ وإذا حذفت الإشارات بين الحدود فيمكن بفك هذه الاحتمالات الحصول على :

ص٦، ٦ص٥س، ١٥ص٤س٢، ٢٠ص٣س٣ ، ١٥ص٢س٤، ٦ص س٥، س٦

ولكن إذا كانت س = ص = ٠,٥ فإن الاحتمالات تكون :

(٠,٥)٦ ؛	٦(٠,٥)٦	١٥(٠,٥)٦	٢٠(٠,٥)٦	١٥(٠,٥)٦	٦(٠,٥)٦	(٠,٥)٦
لا يوجد ذكور	ولد واحد	ولدان	٣ أولاد	٤ أولاد	٥ أولاد	٦ أولاد

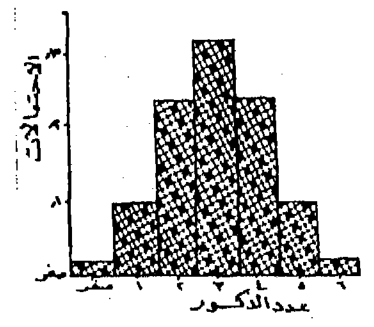
ولما كانت (٠,٥)٦ = $\frac{١}{(٢)^{٦}}$ = $\frac{١}{٦٤}$

فإن هذه الاحتمالات تكون

$\frac{١}{٦٤}$ $\frac{٦}{٦٤}$ $\frac{١٥}{٦٤}$ $\frac{٢٠}{٦٤}$ $\frac{١٥}{٦٤}$ $\frac{٦}{٦٤}$ $\frac{١}{٦٤}$

أو ٠,٠١٦ ٠,٠٩٤ ٠,٢٣٤ ٠,٣١٢ ٠,٢٣٤ ٠,٠٩٤ ٠,٠١٦

وهذه النتائج يمكن توقيعها على شكل هستوجرام كما يلى :



ويلاحظ من هذا الشكل :

(١) أن التوزيع منتظم بحيث يظهر أن هناك تماثلا بين حالة عدم وجود أطفال ذكور وبين وجود ستة أطفال اناث وهذا راجع إلى أن س = ص = ٠,٥ ولا يكون التوزيع ذى الحدين منتظما إلا إذا كان الاحتمال موزعا بالتساوى .

(٢) المتوسط الحسابى = ٣ وهذا معناه أن ناتج قسمة عدد الأطفال الذكور فى الأسر التى يتألف أولادها من ستة على عدد هذه الأسر سيكون ٣ .

(٣) أن الاحتمالات العالية تتجمع فى معظمها حول المتوسط بمعنى أن معظم الأسر ذات الأطفال الستة سيتوزع أطفالها بنسبة النصف للذكور والنصف الآخر للاناث .

(٤) كلما زاد البعد (الانحراف) عن المتوسط كلما قل احتمال توزع الأطفال بين الجنسين فاما ميل صوب سيادة للذكور أو الاناث .

وهذا يؤكد عقم المحاولة التى يقوم بها الآباء الذين انجبوا خمس بنات لإنجاب مولود ذكر فاحتمال أن يأتى المولود ذكرا مازال ٠,٥ (إذا لم يكن هناك سبب وراثى معين يزيد احتمال انجاب الذكور) . وهذا التوزيع الاحتمالى السابق يعنى إذا كان لدينا ١٠٠٠ أسرة مكونة من ستة أفراد فإن ١٦ أسرة فقط منها سيكون أولادها من الاناث ، ٩٤ منها سيكون لديها خمسة بنات وولد واحد، ٢٣٤ سيكون لديها ٤ بنات وولدين ، ٣١٢ لديها ثلاث بنات وثلاثة أولاد، ٢٣٤ بنتان وأربع أولاد ، ٩٤ لديها بنت واحدة وخمسة أولاد، ١٦ أسرة سيصبح لديها ست أولاد وليس لديها بنات.

الاحتمالات والتوزيعات التكرارية :

يمثل التوزيع الاحتمالى توزيعا تكراريا نموذجيا أو نظريا يفترض فيه وقوع الأحداث على المدى الطويل وبالتالى يتسم بكونه منتظما كما رأيت فى الشكل السابق الخاص بالتوزيع الاحتمالى للأسر ذات الأطفال الستة . والحقيقة أنه فى الواقع من الصعب أن يوجد مثل هذا التوزيع إذا اختيرت هذه الأسر عشوائيا ولذلك يصبح لديك توزيعا فعليا غير منتظم وتكرارته محدودة . وكلما كانت التكرارات أقل كان التوزيع أبعد عن الانتظام . ويؤدى التوزيع الاحتمالى دورا هاما فى حل المشكلات التى تواجهنا فى التوزيعات الواقعية فهو بلا شك أبسط ويمثل نموذجا تقدر منه الاحتمالات بسهولة ودقة أكبر من التوزيعات الفعلية .

التوزيع الاحتمالى المعتدل :

وهو أكثر أنواع التوزيعات فى الدراسات الاحصائية أهمية وهو توزيع نظرى تقترب منه أعداد كبيرة من التوزيعات الفعلية . الآن لننظر إلى واحد من هذه التوزيعات الفعلية :

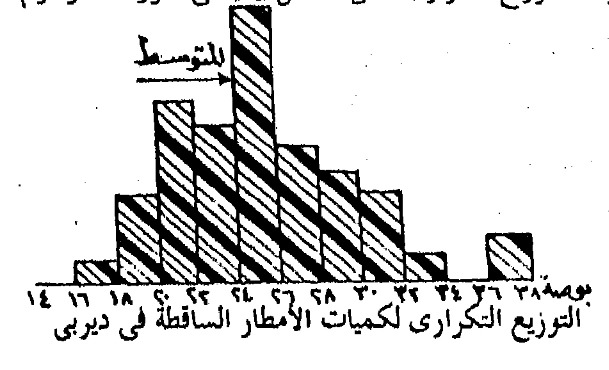
يبين الجدول التالى كمية المطر السنوى (بالبوصة) فى مدينة ديربى فى انجلترا خلال ٥٠ عاما (بين عامى ١٩١٧ - ١٩٦٦) .

١٩١٩-١٧	١٩٢٩-٢٠	١٩٣٩-٣٠	١٩٤٩-٤٠	١٩٥٩-٥٠	١٩٦٦-٦٠
	٢٧,٥	٣٧,٠	٢٤,١	٢٤,١	٣٧,٠
	١٩,٦	٣٠,١	٢٤,٨	٢٧,١	٢٢,٤
	٢٧,٦	٢٨,٨	١٩,٢	٢٣,٥	١٩,٧
	٢٥,٧	٢١,٥	٢٠,٢	٢١,٤	٢٢,٤
	٢٨,٦	٢٠,٧	٢٤,٠	٢٨,٤	١٩,٠
	٣٠,٣	٣٧,٦	٢١,٧	٢١,٢	٣١,٨
	٢٣,٧	٢٤,١	٢٧,٥	٢٤,٥	٣٣,٦
٢٤,٤	٣٠,٩	٢٣,٣	٢١,٣	٢٥,٨	
٢٥,٨	٢٨,٨	٢١,٦	٢٤,٩	٢٩,٣	
٢٧,٩	٢٤,٢	٢٤,٧	٢٢,٢	١٧,٨	

ومثل هذه الأرقام يمكن وضعها فى جدول تكرارى على النحو التالى :

كمية المطر	١٦	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠	٣٢	٣٤	٣٦
عدد السنوات	١	٤	٨	٧	١٢	٦	٥	٤	١	صفر	٢

وهذا التوزيع التكرارى يمكن أن يمثل بيانيا فى صورة هستوجرام كما يلى :



التوزيع التكرارى لكميات الأمطار الساقطة فى ديربى

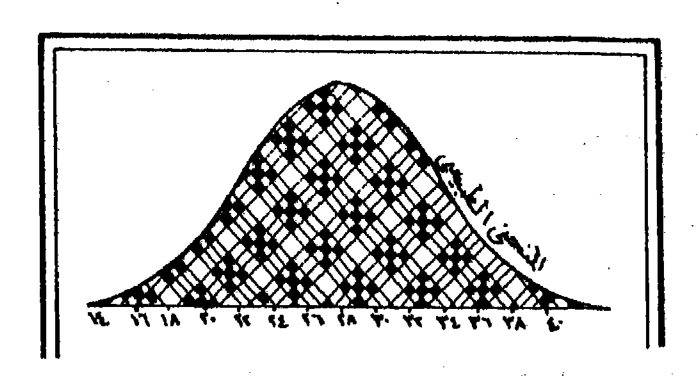
وفى مثل هذه الحالة إذا حسبت المتوسط الحسابى سيكون ٢٥,٣ والانحراف المعيارى ٤,٣ ، ولما كانت هذه القيم تمثل توزيعا فعليا فإنه ليس من المستغرب أن تكون غير منتظمة ولا يمكن بحال أن يكون التوزيع فى هذه الحالة مماثلا لتوزيع ذى الحدين الذى سبقت الإشارة إليه .

والتساؤل الذى يبرز هنا هل يوجد توزيع نظرى منتظم - أى توزيع احتمالى يمكن أن يقترب منه هذا التوزيع الفعلى إذا كانت أرقامه تمتد فترة أطول وبحيث لا تتغير الظاهرات المناخية ؟ فإذا وجد مثل هذا التوزيع وحددت خصائصه الرياضية فلا شك أنه يمثل أساسا لحساب احتمالات سقوط الأمطار على مدينة ديربى .

هناك بلا شك أسباب واقعية أو تجريبية وعقلانية تدفع إلى الاعتقاد بوجود مثل هذا التوزيع ، فعلى الرغم من أن شكل الهستوجرام ليس منتظما تماما فإن عشوائيته تظهر قدرا من الانتظام فمعظم القيم تتجمع أو تقترب من المتوسط ، كما أن التكرارات تتناقص تقريبا بصورة متساوية ببعد المسافة عن المتوسط على كلا الجانبين وقد أظهرت أرقام الأمطار الساقطة على محطات أخرى فى مناطق مختلفة (باستثناء المحطات التى يسقط عليها كميات محدودة من المطر) أن بياناتها تتوزع بنفس الصورة ، ومن الناحية العقلانية البحتة فإن الباحث يتوقع من هذا التوزيع أن الأمطار فى سقوطها هى نتاج لمجموعتين من العوامل : الأولى يطلق عليها العوامل الثابتة مثل خط العرض والارتفاع عن سطح البحر وأثر القرب أو البعد من البحار والمجموعة الثانية من العوامل تؤثر بصورة عشوائية وينجم عنها على المدى الطويل تغييرات منتظمة حول المتوسط ويمثلها مسالك الانخفاضات الجوية وأضداد الاعاصير.

إذن فمن المتفق عليه بصورة عامة أن توزيع كميات الأمطار الساقطة توزيعا تكراريا على المدة الطويل على النحو السابق يعكس صورة توزيع احتمالى منتظم ترتفع فيه الاحتمالات بالقرب من المتوسط وتتناقص تدريجيا بالبعد عنه فهى عموما من حيث الشكل يمكن أن تمثل بيانيا بمنحنى أقرب ما يكون إلى شكل الجرس على

النحو المبين فى الشكل ، ومثل هذا التوزيع فى الاحصاء يسمى التوزيع الطبيعى أو المعتدل والمنحنى الذى يرسم ليمثله يطلق عليه المنحنى الطبيعى أو المنحنى المعتدل .



التوزيع التكرارى للامطار السنوية فى مدينة ديربى وعلاقته بالمنحنى الطبيعى

والآن قبل أن نناقش خصائص التوزيع المعتدل ربما يكون من الأفضل التأكيد على أنه فى مجال الدراسات الجغرافية حينما تكون أى ظاهرة تتأثر فى وجودها او حدوثها بمجموعتين من العوامل احداهما دائمة التأثير والأخرى عشوائية الأثر فإنه من المتوقع أن يكون توزيع القيم تكراريا على المدى الطويل أقرب إلى التوزيع المعتدل.

فكثير من الدراسات الجيومورفولوجية مثل استدارة الحصى على الشواطئ وسطوح التعرية التى لم تصبها حركات تكتونية والدراسات المناخية حول درجات الحرارة وغيرها من البيانات وكذلك فى الجانب البشرى تظهر انتاجية المحاصيل فى ظروف طبيعية متماثلة ، وكثافة حركة المرور والمشاه لمناطق معينة فى أوقات محددة من الأسبوع ، وبيانات السكان فى المدن مثل متوسط العمر ونسبة العاملين فى تجارة التجزئة او معدلات النمو السكانى فكل هذه متغيرات تظهر اتجاها فى توزيعها يقترب من التوزيع المعتدل .

تطبيـق :

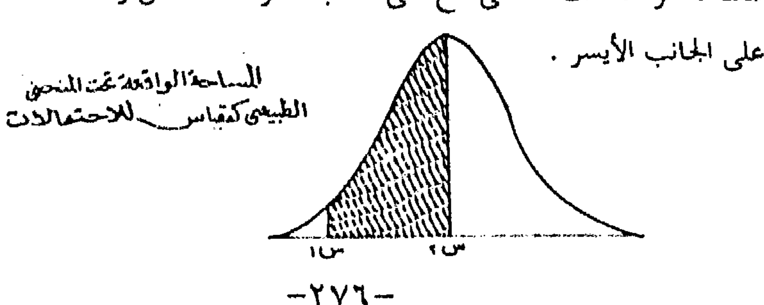
ما هي الخصائص الثابتة التـي تؤثـر بانتظـام والعوامـل العشـوائية التـي تؤثـر بصفة غير منتظمة في الأمثلة السابقة ؟ هل يمكنك أن تعطى أمثلة أخرى ؟

خصائص التوزيع المعتدل :

أول هذه الخصائص الانتظام فى الشـكل العـام للتوزيـع ذى الحديـن حيـث (س–ص) مع التوزيع الطبيعى ففى كل منهما تهبط الاحتمالات بانتظام بعـدا عـن القمة التى يمثلها المتوسط ، ولكن بينما يمثل التوزيع الطبيعى بيانيا بمنحنى فإن التوزيع ذى الحدين يمثل بهستوجرام ويعزى ذلك إلى أن التوزيع الطبيعى مرتبـط بقيـم يمكـن توقيعها على مقياس مستمر بمعنى أن الأمطار فى حالة المثال السـابق يمكـن أن تصـل لأى قيمة بينما عدد الأولاد لكل أسرة فى حالة التوزيع ذى الحدين يجـب أن تكـون أرقامها كاملة فيمكن ان يكـون لديـك ٤,٧٥ بوصـة مـن المطـر ولكـن لا يمكـن أن يكون هناك ٤,٧٥ طفل. كذلك فإن منحنى التوزيع الطبيعى يعطى احتمـالات لأى مدى من القيم بينما التوزيع ذو الحدين لا يقوم بذلك سوى للأرقام التامة .

ويمكن بصفة عامة تمثيل القيم ومدى توزيعها حـول المتوسـط الحسابى مـن خلال رسم المنحنى الطبيعى أو بمعنى آخر يمكن إيضاحها بمعرفة المساحة التى تشغلها تحت المنحنى وليس بمعرفة مـدى ارتفاعهـا ففـى الشـكل التـالى يبـدو أن احتمـالات وقوع مجموعة من القيم بين س١ ، س٢ تتناسب طرديا مع الجزء المظلل من المسـاحة الواقعة تحت المنحنى ، ولما كان منحنى التوزيع المعتدل يصف التوزيع الاحتمالى فـإن المساحة الكلية الواقعة تحت المنحنى تتناسب طرديا مع كل الاحتمالات .

ولما كان منحنى التوزيع المعتدل منتظما حول المتوسط الحسابى فإن نصـف المساحة الواقعة تحت المنحنى تقع على جانب المتوسـط الأيمـن والنصـف الآخـر يقـع على الجانب الأيسر .



وهذا معناه أنه إذا كان لدينا توزيع تكرارى يقترب من الاعتدال فإن ٥٠٪ من القيم ستكون أقل من المتوسط ، ٥٠٪ أخرى أعلى منه ، وبالتالى يمكن القول أن احتمال وقوع أى قيمة دون المتوسط أو فوق المتوسط يساوى ٠,٥ .

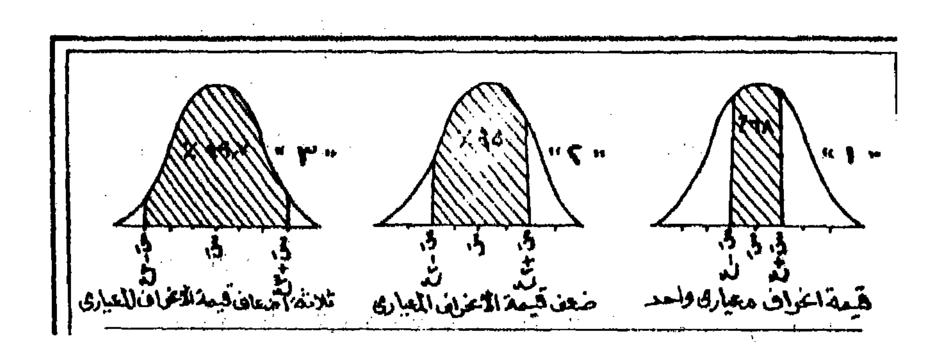
وهناك خاصية أخرى ترتبط بمنحنى التوزيع الطبيعى وعلاقته بالانحراف المعيارى مستمدة من معادلة رياضية لا مجال هنا لعرضها وهى :

١- أن ٦٨٪ من المساحة الواقعة تحت المنحنى الطبيعى (المعتدل) تقع بين المتوسط الحسابى وقيمة الانحراف المعيارى على جانبيه .

٢- أن ٩٥٪ من هذه المساحة يقع بين المتوسط وضعف قيمة الانحراف المعيارى .

٣- أن ٩٩,٧٪من هذه المساحة يقع بين المتوسط وثلاثة أضعاف الانحراف المعيارى.

وتبين الأشكال الثلاثة التالية هذه الخصائص .



المساحة الواقعة تحت المنحنى الطبيعى فى حدود ١، ٢، ٣ انحرافات معيارية بعدا عن المتوسط

وبناء على الحقائق السابقة يمكننا تقدير احتمالات حدوث أى ظاهرة إذا كان توزيعها قريب من التوزيع المعتدل وعرفنا متوسطها الحسابى وانحرافها المعيارى. فعلى سبيل المثال فى حالة المثال الخاص بكميات الأمطار الساقطة على مدينة ديربى فقد رأينا أنه يقترب من التوزيع المعتدل ومتوسط كمية المطر = ٢٥,٣ بوصة سنويا وانحرافها المعيارى = ٤,٣ بوصة . ويمكن بناء على خصائص المنحنى الطبيعى أن نضع لاحتمالات التالية للامطار التى ستسقط على المدينة إذا رمزنا للامطار بالرمز ط . والاحتمال بالرمز س فإن احتمال سقوط كمية مطر أقل من ٢٥,٣ بوصة = ٠,٥ أى أن س (ط < ٢٥,٣) كذلك فإن :

س (ط > ٢٥,٣ = ٠,٥ ويعنى ذلك أن احتمال سقوط كمية أكبر من ٢٥,٣ بوصة مساويا لاحتمال سقوط كمية أقل منها .

كذلك فإن :

احتمال وقوع الكمية الساقطة بين ٢١ بوصة (المتوسط - انحراف معيارى واحد) ٢٩ بوصة (المتوسط + انحراف معيارى) يساوى ٦٨٪ ويمكن كتابة ذلك:

س (٢١ < ط ٢٩,٦) = ٦٨٪

كذلك فإن :

س (١٦,٧ > ط ٣,٣٩) = ٩٥٪ (انحرافين معياريين زيادة أو نقصا عن المتوسط .

كذلك فإن :

س (١٢,٤ < ط < ٣٨,٢ = ٠,٩٩٧ (ثلاثة انحرافات معيارية زيادة أو نقصاً عن المتوسط .

ومن خلال العبارات السابقة يمكن وضع جدول يبين احتمالات كميات الأمطار الساقطة خلال ٥٠ عاما فى المدينة المشار إليها ومقارنته بالأرقام الفعلية على النحو التالى :

جدول يبين احتمالات الأمطار الساقطة على ديربى

بين عام (١٧-١٩٦٦) والكميات الفعلية

	المتوقع	الفعلى
ط أقل من ٢٥,٣ بوصة	٢٥	٢٩
ط أكبر من ٢٥,٣ بوصة	٢٥	٢١
ط بين ٢١ - ٣٣,٩	٣٤	٣٦
ط بين ١٦,٧ - ٣٣,٩	٤٧ أو ٤٨	٤٨
ط بين ١٢,٤ - ٣٨,٢	٥٠	٥٠

ويبين ذلك أن التناقض بين المجموعتين يعزى إلى أن التوقعات قائمة على منحنى التوزيع المنتظم بينما الأرقام الفعلية تقوم على الكميات التى تسقط بصورة حديثة غير منتظمة .

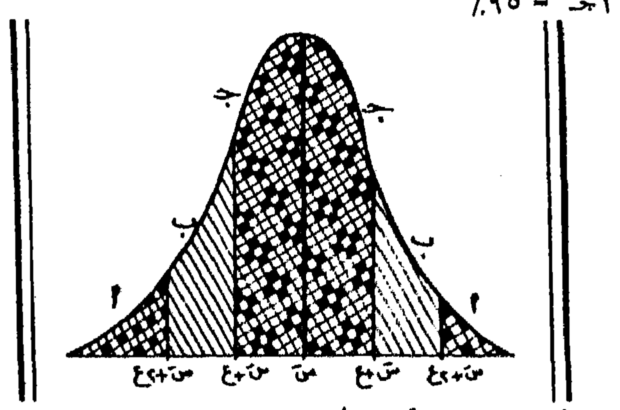
تطبيقـات :

فى الشكل التالى تمثل النقاط أ ، ب ، جـ احتمالات وقوع أى متغير يتوزع توزيعا طبيعيا (معتدلا) بين القيم المبينة فى الشكل ولهذا فإن :

أ +ب + جـ = ٠,٥

جـ + ب = ٦٨٪

٢ب + ٢جـ = ٩٥٪



المساحة الواقعة تحت الأجزاء المختلفة من المنحنى الطبيعى

(١) ما هى قيم أ ، ب ، جـ

(٢) ماهى قيم احتمالات كون س أقل من :

أ - سَ - ٢ع ب - سَ - ع جـ سَ + ع هـ - سَ + ٢ع

(٣) ما هى احتمالات كون س أكبر من :

أ - سَ - ٢ع ب - ع جـ - سَ د - سَ + ع هـ - سَ + ٢ع

(٤) فى منطقة ذات تربة طينية وجد أن سمك الطبقة السطحية منها فى أرض متجانسة يبلغ فى المتوسط ١٠ سم وانحرافها المعيارى ٢ سم . إذا فرضت أن توزيع هذه المنطقة السطحية توزيعا معتدلا ما هى احتمالات سمك هذه الطبقة السطحية فى عينة عشوائية أخذت من هذا النوع من التربات لأن تكون :

(١) أقل من ٨ سم

(٢) أكثر من ١٤ سم

(٣) بين ١٠ ، ١٢ سم

(٤) ١٠ سم فقط

(٥) بين ١٠ ، ١٤ سم

الفصل الثانى عشر

العينات

- مزايا وعيوب العينات
- المجتمع والعينات
- العينة ووحدة المعاينة
- إطار العينات
- حجم العينة
- خطأ المعاينة
- **أنواع العينات وطرق سحبها**

١ - العينة العشوائية البسيطة.

٢ - العينة العشوائية الطبقية.

٣ - العينة العشوائية المنتظمة.

- **العينات الجغرافية**

١- عينة النقاط   ٢ - العينة الخطية

٣ - عينة المربعات   ٤ - العينة الطبقية

- امثلة على تصميم العينات



الفصل الثاني عشر

العينـــــات

- مزايا وعيوب العينات :

يلجأ الباحثون في العلوم المختلفة لاستخدام العينات كوسيلة للحصول على بيانات حول ظاهرة محددة في ظل دوافع متباينة منها عدم تمكن الباحث من حصر الظاهرة حصرا شاملا لقصور إمكاناته المادية أو لحاجتها لفريق عمل كبير يستغرق وقتا طويلا أو بسبب صعوبات تتصل بمفردات العينة من حيث طبيعتها أو توزيعها المكاني.

وعلى ذلك يمكن القول أن العينات كأسلوب في جمع البيانات الاجمالية والتوصل لمؤشرات إحصائية تتمتع بمزايا كثيرة منها قلة تكلفتها بالنسبة للحصر الشامل وقصر الوقت اللازم لإجرائها ومن ثم ضآلة التغيرات التي تحدث في كل مفردة من مفرداتها أثناء فترة جمع البيانات ، كما يمكن الحصول على بيانات أكثر تفصيلا من خلالها حول خصائص المفردات ، وإجراء عمليات الحذف والتعديل والتنقيح بسهولة أكبر فيها ، كما يحصل الباحث على النتائج من خلالها بشكل أسرع ، ويلاحظ أيضا أن العينة تصلح كثيرا في المجتمعات اللانهائية العدد مثل الرواسب الحصوية على شواطئ البحار أو قوام التربات في مساحة كبيرة من الأرض.

وعادة ما يفترض عند سحب العينة أن خصائص مفرداتها تكون قريبة الشبه من المجتمع الشامل خاصة إذا أمدت الباحث بتقديرات دقيقة للوجود الجغرافي للظاهرة ومن ثم فلا حاجة لدراسة المجتمع الشامل عندئذ ، بل يمكن الإستناد في هذه الحالة لكل مقاييس الوصف الإحصائي (مثل المتوسط والوسيط ... إلخ) المستمدة من العينة لتمثل المجتمع وتسمى التقديرات المتعلقة بالمقاييس باسم الإحصاءات Statistics بينما يطلق على قيم المجتمع الحقيقية اسم المعالم Parameters .

والجدير بالملاحظة أن العينة لا ترقى إطلاقا لمستوى الحصر الشامل فى تمثيلها للمجتمع لأنها لا تنقل صورة شاملة لكل مفردات هذا المجتمع فهناك هامش للخطأ فى كل الحالات يحسب إحصائيا من خلال درجة الثقة فى العينة ، كما أن تكاليف الوحدة أو المفردة (رغم صغر حجمها) أعلى من نظيرتها فى حالة الحصر التام .

المجتمع والعينات :

عنى الاحصائيون لفترة طويلة بالأساليب الرياضية التى تختار بمقتضاها شريحة أو جزء من مجتمع شامل بغية التعرف على خصائصه ، وقاد ذلك فى نهاية المطاف لظهور علم العينات Sampling باعتباره علما مستقلا عن الإحصاء وبدأ إرساء مجموعة من القواعد يجب مراعاتها عند سحب العينات وإلا لايصح تسميتها بهذا الاسم وإنما يطلق عليها (دراسات الحالة Case studies)

وأول هذه القواعد هو أن أى عينة لابد أن تسحب من مجتمع Universe أو Population وهو عبارة عن المجموعة الكاملة من الأعداد والمعالم التى استمدت أو اشتقت من كل الأشياء ذات السمة أو السمات المشتركة، وعلى سبيل المثال إذا كنت تدرس الحيازات الزراعية فى أحد مراكز محافظة البحيرة وتريد معرفة مساحات الحيازات ومدى إندماجها أو تفرقها وطبيعة حدودها وإستغلال أراضيها فعندئذ يكون لديك أربع سمات مميزة لكل حقل هى ١- المساحات ٢- درجة الاندماج ٣- طبيعة الحدود ٤- إستغلال الأرض .

وتسمى كل واحدة من هذه الخصائص "مجتمعا" على الرغم من ارتباطها جميعا فى نهاية الأمر بظاهرة واحدة هي الحقول ومن ثم يمكن تصنيف الحقول تبعا لكل صفة من هذه فى مجموعة تختلف عن الأخرى .

وليس من الضرورى فى كل الحالات جمع كل خصائص المجتمع قبل سحب العينة وإنما يكفى فى بعض الأحيان الحصول على عدد من أفراد هذا المجتمع والتعرف على خصائصهم وعلى سبيل المثال عند معرفة متوسط حجم الحيازة

الزراعية فى دولة مثل مصر ليس من المفترض إجراء حصر شامل لكل الحيازات وإنما تختار عينة محدودة على أسس صحيحة تمكن من معرفة هذا المتوسط .

وقد سبقت الإشارة من قبل إلى أن المجتمع قد يكون نهائى العدد يمكن حصره وتحديد خصائصه مثل عدد المصانع وأحجامها فى مدينة ما أو لانهائى العدد بصورة تقريبية مثل أنواع الحصى على شاطئ معين أو ربما يكون لانهائيا تماما مثل انحدارات الأرض من نقاط مختلفة على خريطة ما فهنا تستطيع وضع عدد لانهاية له من النقاط تقاس الإنحدارات من كل منها .

وتعتبر مسألة تحديد المجتمع المناسب الذى تسحب منه العينة اول الخطوات الواجب التدقيق فيها فإذا كنت ترغب فى معرفة شكل أو صورة التصويت فى انتخابات قادمة لابد أن يقتصر المجتمع على من لهم حق التصويت المسجلين فى القوائم الانتخابية من حيث السن والنوع والحدود الجغرافية للدوائر الانتخابية فإذا استخدمت دليل التليفونات أو رخص السيارات أو الموظفين تستبعد فى كل حالة قطاعا من السكان .

العينة ووحدة المعاينة :

تسمى البيانات التى تجمع بالطريقة السابقة "عينة" وهى جزء من المجتمع ومن ثم فوجهة النظر الإحصائية تعتبر العينة مجموعة من البيانات وليست مجموعة من الأشياء ولكى تكون العينة موثوقا بها يجب أن تصبح ممثلة للمجتمع كله بقدر المستطاع ، ولايعنى ذلك أن كل الاحصاءات المستمدة من العينات تتطابق تماما مع معالم المجتمع المحصورة مفرداته حصرا شاملا لأن ذلك مستحيل وإنما يجب إقترابها من الواقع بحيث تترك مجالا محدودا للخطأ وعلى الباحث أن يحاول جهده التقليل من هذا الخطأ .

ويمكن القول أن العينة هى مجموعة المفردات التى يتم إختيارها من المجتمع الإحصائى وفى حالة الدراسات المتعلقة بالإنسان تكون وحدة العينة هى "الفرد" إذا لم يكن الباحث يرغب فى دراسة وحدات أخرى مثل الأسرة أو الأسرة المعاشية ، كذلك الحال إذا كانت الرغبة فى دراسة العمران الحضرى مثلا يمكن استخدام

"الشقق" أو الوحدات السكنية كمفردات فإذا لم تتوفر بيانات كاملة عن خصائصها (الإيجار مثلا) تستخدم "العمارات" ويقدر متوسط عدد الشقق فى كل منها وتحل فى هذا الوضع العمارات المسحوبة كعينة محل الشقق باعتبارها "وحدات معاينة" وتعرف فى علم العينات بأنها وحدات ذات طابع خاص أو وحدة القائمة" ولابد أن تنتمى كل وحدة من وحدات العينة لوحدات المعاينة .

إطار العينات :

يقصد بالإطار المجتمع أو القائمة التى تسحب منها العينة وكيفية تحديدها منه ، فإذا كنت إزاء عينة مقدارها ١٠٪ من سكان مصر عام ١٩٨٦ فلابد من توفر إطار حول حجم هؤلاء السكان فى نفس التاريخ ومن ثم تؤخذ النسبة السابقة من مجموع الأفراد أو تستخدم عدد الأسر المعيشية كإطار للعينة .

ومسألة تحديد الإطار بصورة دقيقة ضرورية قبل أخذ العينة وأى خطأ فى هذا التحديد يترتب عليه تحيز كبير فى مدى تمثيل العينة للمجتمع كله فلا يصح مثلا إذا سحبت عينة سكان من مدينة معينة أن تؤخذ من أحد الأحياء الراقية وإذا كانت عينة من طلاب كلية الآداب لا يؤخذ الطلاب الحاصلون على تقدير جيد وحدهم .

وقد تكون أطر العينات مكانية أو غير مكانية والنوع الأول يمثل فيه الموقع جزءا أساسيا من الاختلافات التى يهدف البحث للوصول لها ، ولذا يراعى فيه أن يمثل الإطار كل الوحدات المكانية فى المنطقة فإذا أردت مثلا الحصول على عينة لمساحات الأراضى البور التالفة فى المناطق الزراعية فى إقليم ما لابد من التأكد من شمول العينة كل خريطة الإقليم ويتم ذلك بطريقة من ثلاث :

١- اختيار العينة فى صورة نقاط تتوزع شبكيا على الخريطة .

٢- العينة الخطية من خلال قطاع عرضى يقطع خريطة الإقليم .

٣- تقسيم منطقة الدراسة لمربعات يمثل كل منها وحدة معاينة عند سحب مفردات العينة .

وفى كل الحالات السابقة يكون الإطار متمثلا فى المجتمع الذى يضمه كل نمط منها .

حجم العينة :

ليس هناك إتفاق على حدود معينة لأحجام العينات المسحوية ، ويتوقف ذلك على سلسلة من الاعتبارات منها الهدف من سحب العينة وطبيعة المجتمع والإطار المتاح ونوعية المفردات والتكاليف والوقت المسموح به وفريق العمل .. إلخ. وهناك علاقة متداخلة بين الحجم وطريقة السحب وحدود الثقة ، وعلى سبيل المثال يمكن القول أن العينة الأكبر حجما أكثر تمثيلا للمجتمع إذا أحسن الباحث طريقة إختبارها ولكن قد تختار عينة ذات حجم كبير بطريقة غير صحيحة وتفضلها عينة صغيرة مختارة بشكل جيد . وتتفاوت نسبة ما تمثله العينة للمجتمع الشامل حسب دور الاعتبارات المشار إليها فقد يفضل الباحث عينة قوامها ٢٪ من مجتمع ما سحبت بشكل معين على عينة نسبتها ٥٪ من مجتمع آخر استخدمت فى سحبها طريقة ثانية، والملاحظ أن العينات غالبا ما تتراوح بين ٢٪ من المفردات وحتى ١٠٪ وإذا زادت عن ذلك فدرجة تمثيلها للمجتمع كله تكون أكبر . ولاشك أن حجم المجتمع له دور فى النسبة المختارة .

كما أن انقسام المجتمع موضع البحث أو الدراسة إلى فئات أو طبقات يتطلب الحصول على عينة بنسبة محددة من كل فئة قد لاتقل عن ٥٪ تختار بطريقة عشوائية، كذلك الحال فى أحياء المدينة المتباينة المستويات .

خطا المعاينة :

وهو عبارة عن الفروق بين التقديرات المستمدة من العينات والمعالم التى يمكن الحصول عليها من خلال الحصر الشامل . ولكن يبدو من الصعب الحصول على خطأ المعاينة من عينة ما طالما أن معلمة المجتمع الشامل غالبا غير معروفة .

وينقسم خطأ المعاينة إلى نمطين الأول خطأ الصدفة أو الخطأ العشوائى وهو ناجم عن عملية إختيار العينة ذاتها وهو إما موجبا أو سالبا أو مساويا لصفر، ويتوقف هذا الخطأ على حجم العينة وتباين المجتمع وطريقة إختيار العينة بإرجاع أو بدون إرجاع حيث تكون العلاقة عكسية بين حجم العينة وقيمة خطأ الصدفة وطردية بين تباين مفردات المجتمع وهذا الخطأ ، وإذا اختيرت العينة ذاتيا تبعا لخبرة

الباحث ومعلوماته وهواه الشخصى فلابد من حدوث الخطأ فيها حيث لا يمكن التحرر من التحيز بدرجة كاملة ، بل أن التحيز أحيانا يكون كامنا فى اللاشعور مثل التقاط الحصوات الأكبر حجما أو حصر الحقول التى تشغلها نباتات ظاهرة أو الكتب ذات الحجم المعين ولذلك يفضل اختيار العينات بأساليب محددة تتسم بالموضوعية المتاحة لتجنب التحيز الشخصى .

ويجب أن تكون الفجوة بين الإطار والمجتمع ضيقة بقدر الإمكان لكى يتوصل الباحث لنتائج ذات قيمة ويتطلب ذلك أن يكون الإطار محددا بمعنى إعطاء المفردات التى تستجد عليه نفس فرصة الخروج فى العينة ، ولاتوجد نظرية أو قاعدة إحصائية نرتكز عليها فى تحديد أو تقليل الفجوة بين الإطار والمجتمع وإنما تعتمد على خبرات الباحث بالمجتمع والعينة التى يرغب فى الحصول عليها .

أما النمط الثانى من أخطاء المعاينة فيعزى "للتحيز" وهو أكثر شيوعا وغير مقصود غالبا ولا يحتمل سوى أن يكون موجبا أو سالبا فقط ويصعب التحكم فيه ، ويرتبط خطأ التحيز بالطبيعة البشرية حيث يصعب على الإنسان التخلى عن وجهة نظره عند دراسة ظاهرة ما فيعطى قيمة أكبر للبيانات والنتائج التى تدعمها او تؤكدها ، وتتباين مصادر التحيز فى العينة فمنها عدم وجود إطار سليم يعتمد عليه عند سحب العينة أو تطبيق طرق غير صحيحة أو مناسبة فى الحصول على التقديرات أو قلة كفاءة الباحثين وصعوبة الوصول لبعض المفردات وإستكمالها بأخرى لاتعبر عن الظاهرة .

أنواع العينات وطرق سحبها :

يمكن تقسيم العينات إلى نوعين عينات متعمدة لاتكون لجميع مفرداتها فرصا متساوية للظهور فى العينة وتستخدم غالبا للحصول على تقديرات تقريبية فى دراسة مشكلة ما أو ظاهرة معينة . والنوع الثانى هو العينات العشوائية ومنها يمكن التوصل لخصائص المجتمع وتعميم نتائجها عليه بدرجة ثقة ما .

وتنقسم العينات العشوائية وهى الأكثر أهمية من النوع الأول لأربعة أنواع هى :

١- البسيطة ٢- الطبقية ٣- المنتظمة ٤- المتعددة المراحل

١- العينة العشوائية البسيطة :

وهى أبسط الأنواع ومن ميزاتها إعطاء جميع المفـردات الواقعة فـى الإطار نفس فرصة السحب وتستخدم عندما تكون المفردات متجانسة . وهناك طرق كثيرة للحصول على عينة من هذا النوع منها الطريقة البدائية السهلة المعروفة "اليانصيب" أو عن طريق جداول الأرقام العشوائية أو باستخدام الحاسبات الآلية وتتمثل الطريقة الأولى فى استخدام بطاقات أو وريقات متساوية الحجم والشكل مساوية للإطار فـى عدد مفرداته ويكتب فى كل بطاقة رقم أو إسم المفردة وتوضع فى كيس أو إناء له مواصفات معينة تجتمع فيه شروط السرية والعشوائية وتخلط خلطا جيدا ويسحب عدد منها معادلا لحجم العينة لتمثل الأرقام أو الأسماء مفردات العينة . والصعوبة الرئيسية هنا فى ضخامة عدد مفردات الإطار أو العينة المطلوبة ولذا يستخدم الأسلوب الثانى ممثلا فى الأرقام العشوائية وأشهر هذه الجداول جدول كندال وسميث .

ويمكن ايضاح طريقة الأرقام العشوائية هذه بمثال فإذا كان لديك ٣٠٠ طالب فى قسم الجغرافيا والمطلوب سحب عينة عشوائية عددها ١٨ طالبا بإحدى الفرق لتقدير متوسط ما حصل عليه الطالب من درجات خلال سنوات الدراسة . فى هذه الحالة تجهز قائمة مقسمة من ١ إلى ٣٠٠ وبأستخدام جداول كندال وسميث للأرقام العشوائية المكونة من ٣ أرقام فى الأعمدة الثلاثة الأولى من الجدول ومستبعدين الأرقام التى تزيد عن ٣٠٠ نجد الأرقام التالية لـ ١٨ طالبا :

٢٣١	٥٥	١٤٨	١١٧	٧٠	٩٢
٢٥٩	١١٣	١٠٣	٧١	٦٠	١٦٦
١٧٩	٨٣	١٢٦	٦٢	١٠٠	٧٠

والملاحظ هنا أن رقم ٧٠ تكرر لأن السحب تم بإرجاع أما إذا كان بدون إرجاع فلا يسمح بالتكرار ويلزم أخذ طالب آخر بدلا من رقم ٧٠ المكرر مرتين

لكى يصبح حجم العينة صحيحا = ١٨ وبالرجوع لنفس الجدول نجد أن الرقم العشوائى البديل هو ٢١ فيحل محل رقم ٧٠ الثانى .

٢- العينة العشوائية الطبقية :

لابد من استخدامها فى حالة عدم تجانس مجتمع الدراسة والخطوة الأولى هى تبين صور عدم التجانس بحيث يتم تصنيف المجتمع فى طبقات أو فئات أقرب للتجانس تضم كل طبقة أو فئة عددا من المفردات بشرط عدم وجود تداخل بين الفئات ، ويمكن بعد ذلك تطبيق الطريقة العشوائية السابقة على كل طبقة، والمشكلة التى يجب مراعاتها عند سحب العينة من هذا النوع هى كيفية تقسيم المجتمع إلى طبقات والتى تتوقف على هدف البحث وخبرة الباحث بمجتمعه وتفاوت أعداد مفردات الطبقات وكيف يمكن تمثيلها بشكل جيد ومناسب .

ويتطلب كل هذا معلومات تفصيلية عن المجتمع كله وخصائص طبقاته .

٣- العينة العشوائية المنتظمة :

وهى سهلة قليلة التكاليف ودقتها قريبة من النوعين السابقين على إفتراض أن مفرداتها رتبت فى المجتمع عشوائيا ، وهذا النوع يمكن أن يسحب أيضا من العينات الطبقية وفيه تعتبر كل طبقة بمثابة إطار للعينة المنتظمة . ولتوضيح ذلك بمثال إذا رغبت فى معرفة مستويات الشقق السكنية فى أحد شوارع الإسكندرية وكان لديك مثلا ٥٠٠ شقة وقسمتها الى ٥ مستويات حسب إيجارتها وبافتراض أن كل مستوى ضم ١٠٠ شقة فلكى تسحب عينة منتظمة حجمها ٢٠ شقة من كل مستوى تبدأ باختيار الشقة رقم ٥ ، ١٠، ٢٠، ٢٥، ٣٠، ٣٥ إلى ١٠٠ وهكذا .

ويلاحظ هنا أن حجم العينة يساوى ناتج قسمة حجم المجتمع على حجم القسم المنتظم , فإذا تم سحب عينة حجمها ٤٠ مفردة من إطار يضم ١٠٠٠ مفردة بالطريقة العشوائية المنتظمة بحيث يتم سحب مفردة واحدة من كل ٢٥ فعندئذ تكون $\frac{١٠٠٠}{٢٥}$ = ٤٠ = ن = ٤ قسم كل قسم يحتوى على ٢٥٠ وحدة معاينة ويتم اختيار إحدى وحدات المعاينة عشوائيا من القسم الأول ولتكن رقم ٧ مثلا وبذلك تكون أرقام الوحدات :

٧   ٣٢   ٥٧   ٨٢   ١٠٧   ١٣٢   ١٥٧   ١٨٧

٢٠٧   ٢٣٢   ٢٥٧   ٢٨٢   ٣٠٧   ٢٣٣   ٣٥٧   ٣٨٢

٤٠٧ وهكذا

٦٠٧

٨٠٧

ويجب الحذر عند استخدام العينة المنتظمة فى بعض المجتمعات ذات الطبيعة الخاصة لأنها تؤدى للتحيز إذا كان الاختيار المنتظم مرتبطا بطبيعة تلك المجتمعات .

٤- العينة العشوائية المتعددة المراحل :

وهذه تناسب المجتمعات التى تنقسم إلى طبقات متمايزة فيما بينها ومتجانسة داخليا إلى حد كبير وهذا عكس مجتمعات العينة العشوائية الطبقية . وتتعدد مراحل إختيار العينات فى هذه الطريقة تبعا لمستويات المجتمع وحجم مفرداته فى كل مستوى وعلى سبيل المثال إذا كنت ترغب فى التعرف على مستويات معيشة الطلاب في جامعة الإسكندرية يلاحظ وجود تجانس فى هذه المستويات بين الكليات وتباين فى الكلية الواحدة . وبالتالى تختار عينة عشوائية من الكليات فى المرحلة الأولى وفى المرحلة الثانية تختار عينة للطلاب فى الأقسام وعادة تستخدم العينات من هذا النوع فى المجتمعات الكبيرة لإجراء البحوث بتكاليف أقل وجهد محدود .

العينات الجغرافية :

وفى مضمار الجغرافيا تختار العينات بالنظر للمكان دائما وتختلف طرق اختيارها ، ويمكن تمييز ٣ طرق رئيسية لها هى :

١- إختيار العينات فى صورة نقاط تتوزع شبكيا على خريطة .

٢- العينة الخطية التى تؤخذ من خلال قطاع عرضى يمر عبر الخريطة .

٣-عينة المربعات وتقسم فيها منطقة البحث لمجموعة مربعات تمثل جميعها فى العينة.

وفى هذه الحالات يكون إطار العينة متمثلا فى المجتمع الذى يضمه كل نمط فيها بمعنى كل ما يقع على الشبكات أو خلال القطاع العرضى أو فى المربعات من

مساحات الأراضي ، وعلى الرغم من أهمية الإطار المكاني للعينة في مجال الدراسة الجغرافية إلا أن الباحث قد يسحب عينة من أطر غير مكانية أحيانا مثل عدد الأسر أو السكان في منطقة ما أو المحلات التجارية في قلب المدينة والتي تقوم على خدمة المناطق المحيطة ، وهنا لا يمكن إنكار التباين في أعداد الأسر والمحلات ولكن لا يرتبط بالضرورة بالمكان ومن ثم فإطار العينات في هذه الحالات ما هو إلا مجموع الظاهرات أو الأشياء التي يريد الباحث دراستها .

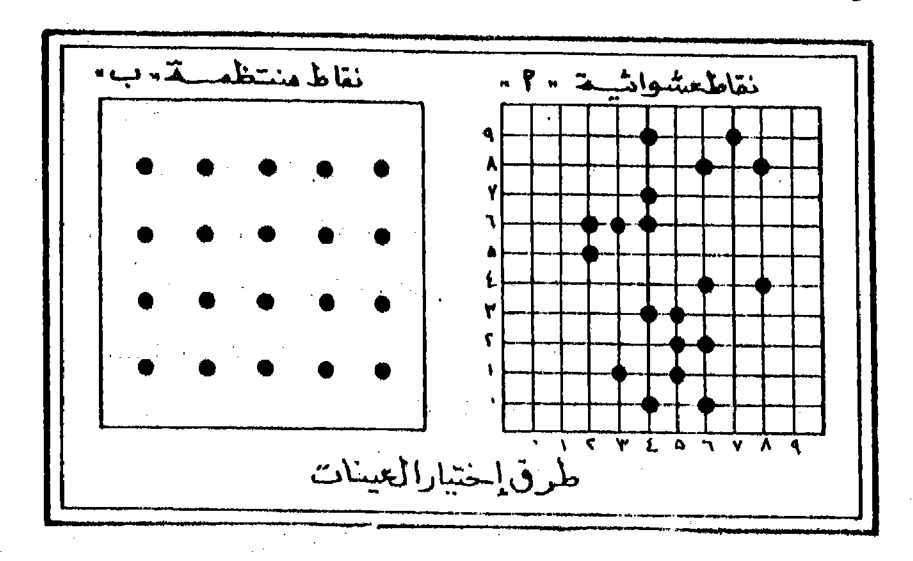
وفيما يلي عرض موجز للطرق التي تختار بها العينات في الدراسات الجغرافية:

١- عينة النقاط :

وهذه إما منتظمة أو عشوائية من خلال الخريطة حيث تقسم المنطقة إلى مجموعة مربعات على مسافات متساوية على المحورين الأفقي والرأسي تبدأ من صفر إلى ٩ أو من صفر إلى ٩٩ على النحو المبين في الشكل الذي وزعت فيه ٢٠ نقطة باستخدام الأرقام العشوائية ذات الرقم الواحد لتصبح قيم س ، ص كما يلي :

س ٦ ٤ ٤ ٤ ٨ ٨ ٤ ٣ ٣ ٦ ٥ ٢ ٤ ١ ٥ ٦ ٦ ٧ ٢ ٥

ص ٨ ٣ ٩ ٦ ٨ ٤ ٧ ١ ٦ ٢ ١ ٦ صفر ٨ ٢ ٤ صفر ٩ ٥ ٣



طرق إختيار العينات

ولكن ليس من الضرورى فى كل الحالات أن تختار العينة العشوائية باستخدام الخرائط المقسمة إلى مربعات على النحو السابق لأنه يمكن فى بعض الأحيان أن يعطى كل عنصر من عناصر المجتمع رقما معينا ثم تسحب العينة عشوائيا من هذه الأرقام . فإذا كان الباحث يقوم بدراسة عن منطقة حضرية مثلا يمكنه أن يستخدم أرقام الوحدات السكنية كإطار للعينة التى يريد سحبها ثم يقوم باختيار بعض هذه الأرقام عشوائيا ، وكذلك الحال إذا كانت الدراسة عن استغلال الأراضى الزراعية تختار الأحواض الزراعية من بين كل الأحواض التى تغطى المنطقة بصورة عشوائية .

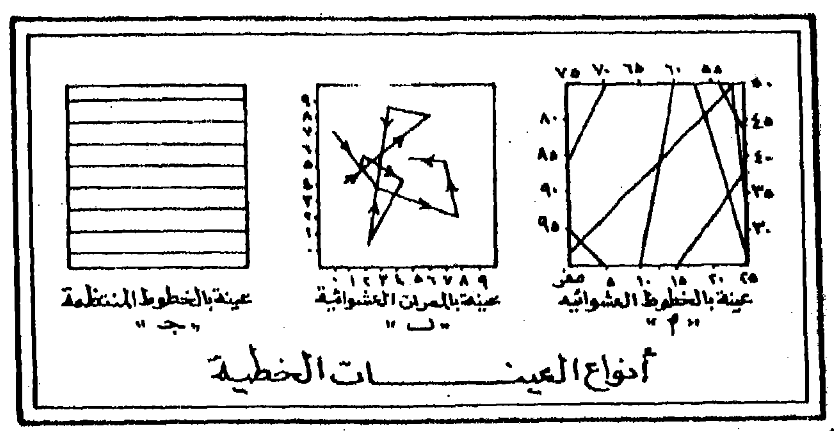
غير أن هناك مجموعة من الملاحظات حول العينات العشوائية واستخدامها فى الدراسات الجغرافية أولها أن التوزيع العشوائى للنقاط قد يظهر درجة من التركز أو التجمع فى أماكن معينة وإذا لم يحدث ذلك فإنه يميل إلى التناثر ، وبالتالى توجد فرصة فى مثل هذه الحالات للتأكيد على بعض البيانات أو إضفاء أهمية عليها أكبر من الواقع وثانيها وبالرغم من أن عبارة "العينة العشوائية" تعنى أن كل نقطة من النقاط لديها نفس فرصة الاختيار بالنسبة لغيرها فإن ذلك لا يحدث فى كل الحالات ، وفى المثال السابق دليل على ذلك فالنقاط ليست من نفس حجم تقاطعات الشبكة التى تم إنشاؤها على الخريطة عن طريق المحاور المختلفة ، ولذلك فإن العينات العشوائية المختارة بهذه الطريقة هى عشوائية بالنسبة لنقاط تقاطع المحاور لأنها ملتزمة بها ولا يمكن أن تمتد خارجها .

والملاحظة الثالثة حول العينات العشوائية هى صعوبة توقيع النقاط العشوائية التى تم اختيارها على الخريطة فى الواقع كأن تكون بعيدة عن طرق المواصلات أو مكلفة ماديا ، ولكن إذا وقعت النقاط على صور جوية للمنطقة ينتفى هذا النقد للعينات العشوائية .

٢- العينة الخطية :

وتؤخذ من خلال ترافيرس يقطع المنطقة التى تتوزع فيها البيانات ويعرف الترافيرس باعتباره الخط الذى تقع على طوله نسبة من خصائص معينة يمكن ملاحظتها من الميدان أو الواقع . فإذا ما كنا بصدد دراسة حول استخدام الأرض مثلا يمكن حساب طول خط يقطع المنطقة التى تدرس بالكامل ومنه يمكن معرفة النسبة التى يشغلها كل نمط من أنماط الاستخدام كأن يقال أن نسبة طول الجزء الذى يقطع زراعة الأرز فى محافظة البحيرة مثلا ٤٠٪ من الخط الذى يمر بكل الاستخدامات الأخرى وهكذا بالنسبة للباقى .

ولكن السؤال الذى يثار هنا كيف يرسم الترافيرس بصورة عشوائية ؟ هناك كثير من الطرق حول هذا الرسم سيكتفى هنا بالإشارة إلى اثنين منهما هما : الخطوط العشوائية والممرات العشوائية المبينة فى الشكلين المرفقين أ ، ب .



أ - عينة بالخطوط العشوائية

ب- عينة بالممرات العشوائية

جـ-عينة بالخطوط المنتظمة

أنواع العينات الخطية

والعينة المأخوذة بالخطوط العشوائية تقوم على تقسيم محيط المنطقة المراد دراستها إلى ١٠٠ قسم متساوى تبدأ من صفر حتى تصل إلى ٩٩ . وبعد ذلك تختار عشرة أزواج من جداول الأرقام العشوائية ذات الرقمين كما يلى :

٣٥	٦٩	٥٣	٣٧	٠٥	٥٠	٥٧	٦٠	٥٥	٥٨
٥٥	٨٨	٩٩	١٤	٩٦	٢٧	٤٢	١٢	٣٣	٢٦

وتصبح المسألة سهلة بعد ذلك حيث يتم ربط كل زوج من هذه الأرقام بخط واحد يمثل ترافيرس يقطع المنطقة بصورة عشوائية . ولكن الملاحظ فى هذه الطريقة هو نفس العيب فى النقاط من حيث احتمال تركز معظم الخطوط فى جانب واحد من المنطقة أكثر من سواه .

والأسلوب البديل لذلك هو اختيار العينة على طول أجزاء من الممرات أو المسارات العشوائية داخل المنطقة ، وتحدد هذه المسارات برسم مجموعة من المحاور للمنطقة بحيث تتقاطع هذه المحاور مع بعضها فى نقاط محددة ثم نبدأ الحركة من إحدى النقاط نحو التالية لها مكونين مجموعة من الخطوط ذات المواقع المختارة عشوائيا . وعلى سبيل المثال يبين الشكل السابق عشر ممرات اختيرت عشوائيا من خلال ١١ زوجا من الأرقام العشوائية هى :

١، ٧ ‏ ٤، ٥ ‏ ٧، ٧ ‏ ٧، ٩ ‏ ٣، ١ ‏ ٦، ٦ ‏ ٣، ٦ ‏ ٥، ٤ ‏ ٩، ٢

٥، ٨ ‏ ٦، ٥

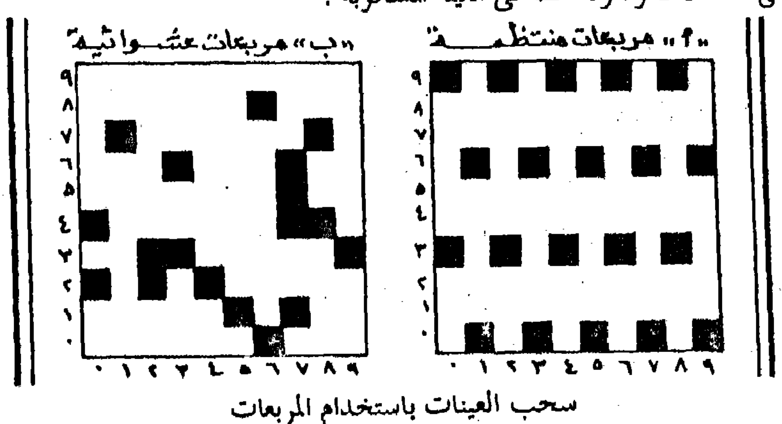
ومن عيوب هذه الطريقة أنها تؤدى إلى أخطاء أكبر من الطريقة السابقة التى تقوم على الخطوط العشوائية لأن موضع كل جزء من هذه الممرات يتحدد بالطريقة التى سبقت الإشارة إليها وهى ذات التكلفة الأقل لأنها أكثر استمرارا بمعنى أن الباحث لايضطر إلى البحث عن الخطوط العشوائية وإنما يسير عليها .

وبجانب هاتين الطريقتين يمكن اختيار العينات أحيانا باستخدام الخطوط المنتظمة مثل النقاط المنتظمة . وهذه الخطوط المنتظمة ليست سوى خطوط متوازية ترسم بكثافة معينة وبزوايا محددة بحيث تقطع المنطقة على النحو المبين فى الشكل حـ السابق حيث رسمت عشر خطوط توازى بعضها وهى بلا شك تحقق تغطية أكبر

للمنطقة من الخطوط العشوائية ولكنها فى نفس الوقت تزيد أيضا من احتمال الخطأ لأنه من المحتمل مرور خط من الخطوط المتوازية هذه عند اختياره بطريق رئيسى يقطع المنطقة ويمثل وسيلة للانتقال السهل ولكنه فى نفس الوقت يؤثر على العينة .

٣- عينة المربعات :

وهى مناطق متساوية المساحة يمكن استخدامها بنفس الطريقة التى استخدمت بها الترافيرسات . وفى هذه الحالة يجرى حصر شامل لخصائص الظاهرة المدروسة داخل كل مربع على حدة وعلى ذلك فإن كل مربع من هذه المربعات يمثل حالة من حالات العينة ، والفرق بين هذه الطريقة والنقاط أو الترافيرسات هو اعتبار المربع خاصية أساسية قائمة بذاتها تؤثر على عدد الحالات التى تدرس . فإذا كان ما يضمه المربع الواحد من حالات كثيرا فإن عدد المربعات المختارة من المنطقة سيقل والعكس إذا كان حجم أفراد العينة فى المربع صغيرا فإن عدد المربعات المختارة لتغطية المنطقة سيكون أكبر . وعلي سبيل المثال فى الشكل التالى (أ ، ب) كل مربع $\frac{١}{١٠٠}$ من المساحة الكلية للمنطقة وعلى ذلك فإن عينة قوامها ٢٠ مربعا تمثل ٢٠٪ من المساحة الكلية للمنطقة . والمسألة الثانية التى تتصل باختيار المربعات هى أنها تضم بين جوانحها شيئا من التغاضى عن الاختلافات الموجودة فى توزيع الظاهرة داخل المربع الواحد وإذا كانت هذه الاختلافات كبيرة فإنها ستؤثر فى نهاية الأمر على احتمالات وجود الخطأ فى العينة المسحوبة .



سحب العينات باستخدام المربعات

(أ) مربعات منتظمة (ب) مربعات عشوائية

ويمكن على كل حال اختيار العينات بطريقة المربعات هـذه بنفس الطريقـة التى اختيرت بها النقـاط أو الترافيرسـات فـإذا كنـت ترغـب فـى مربعـات عشـوائية وحددت مساحة كل مربع فيمكن تقسيم المنطقة بعد ذلك بطريقة شبكية علـى نحـو ما فعلنا عند اختيار النقاط ثم تستخدم جداول الأرقام العشوائية فى تحديـد مربعـات معينة . كذلك الحال فى المربعات المختارة بطريقـة منتظمـة يمكـن للبـاحث أن يحـدد عددها ويوزعها بطريقة منتظمة على المنطقة كلها بحيث تقدم فرصة لتغطية مقبولة .

ولاشـك أن طريقـة المربعـات تلائـم كثيرا فـروع الجغرافيـا البشـرية لأن الدراسات التى تقوم على التركيز على إقليم واحد أو مقارنـة عـدد مـن الأقـاليم مـع بعضها ما هى إلا شكل من أشكال المربعات مأخوذة بالعينـة . ويمكـن للجغرافـى أن يجمع الخصائص المشتركة فى الإقليم ويخرج منها بعموميات أو نظريات حول العلاقة الكلية أو الأنماط السائدة مكانيا .

وقد تختار العينات المنتظمة بطرق أخرى فـإذا كنـت بصـدد دراسـة حـول جغرافية الحضر مثلا ويراد دراسة السكن المدنى فيمكن أن يختار كل ثالث منزل فـى شارع معين أو مجموعة من الشوارع أو تتخذ المحـلات التجارية إذا كـانت الدراسـة حـول تجـارة التجزئـة ويختـار مـن كـل خمس محلات محل واحد باستعمال دليـل التليفونات أو قد تستخدم الأرقام الفردية أو الزوجية لهذه المحلات .

وبصفة عام تتسم العينات المنتظمة فـى اختيارهـا بأنهـا أسـرع وأبسـط مـن العينة العشـوائية لأنهـا لا تحتـاج لاستخدام الأرقـام العشـوائية ، كذلـك فـإن العينـة المنتظمة تحقق تغطية أفضل من العشـوائية ولا تميـل إلى التجمـع فـى نوايـات أو تـرك فجوات حتى وإن كانت عينة محدودة الحجم . ولذلك فإن معظم طرق تقدير الخطـأ فى العينات تقوم على عينات عشوائية أكثر من العينات المنتظمـة لأن نسـبة الأخطـاء فى هذه الأخيرة تكون محدودة .

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

٤ – العينة الطبقية :

وفيها يقسم المجتمع الذى يراد سحب العينة منه إلى طبقات أو مجموعات وتسحب عينة من كل طبقة أو مجموعة ويستخدم هذا النوع من العينات لحل بعض مشكلات العينات فى الجغرافيا ومن أكثر هذه المشكلات احتمالا هى دراسة منطقة تتألف من بيئتين جغرافيتين تؤثران على الخصائص التى يراد معرفتها . فعلى سبيل المثال إذا كانت العينة فى منطقة ريفية ربما نجد نطاقا زراعيا غنيا يجاوره نطاق آخر من الأراضى الفقيرة غير المنتجة ، ويترتب على ذلك أن كثافات السكان وإنتاج الحقول وأنماط العمران والخصائص الحضارية الأخرى ستتأثر جميعها بهذه الأحوال وتصبح الازدواجية سمة لكل الخصائص فى المنطقة ومن ثم يقرر الباحث من واقع جولة ميدانية أولية فى المنطقة أن يحصل على عينة كافية من كل نطاق ، وهذا ما يسمى بالعينة الطبقية أى تقسيم المنطقة إلى قسمين وسحب عينة فى كل حالة ، ويراعى فى مثل هذه الأحوال أن النقاط أو الخطوط أو المربعات التى تحدد مفردات العينة يجب أن توزع بين المنطقتين تبعا للأهمية المساحية لكل منهما فإذا كان ثلث المنطقة أراضى فقيرة فإن ثلث العينة يجب توزيعه فى الأراضى الفقيرة والثلثين فى الأراضى الغنية .

وفى بعض الأحيان قد توجد أسباب معينة تدفع الباحث إلى توزيع العينة الطبقية بصورة نسبية بعكس ما سبقت الإشارة إليه ، وذلك يحدث غالبا عندما تكون الاختلافات المكانية فى بيانات منطقة معينة أو بيئة محددة أكثر تباينا من المنطقة الأخرى . فعلى سبيل المثال ترتفع قيمة أسعار الأراضى فى قلب المدينة التجارى عن غيره من المناطق الحضارية ولكن يمكن ملاحظة أن الاختلافات فى أسعار الأرض داخل القلب نفسه أوضح من أى مكان آخر فى المدينة . فأسعار الأرض فى الشارع أو الشارعين الرئيسيين تختلف عنها فى المناطق الواقعة عند الهوامش كذلك تختلف أسعار أراضى المحلات التى تمتد واجهاتها على ناصيتين مثلا عن تلك الواقعة فى ممرات داخلية وهكذا .

وهذا يدفع إلى تكثيف العينة فى المناطق التى تتفاوت فيها أسعار الأراضى بصورة كبيرة عن المناطق التى يكون فيها التفاوت بسيطا . والسؤال بعد ذلك إلى أى حد يكون التفاوت فى كثافة العينة المسحوبة ؟ يعتمد ذلك بالقطع على التباين في الاختلافات المكانية بين المنطقتين. ويمكن التعرف على هذه الاختلافات بسحب عينة على مرحلتين من خلال قطاعات "ترافيرسات" وتخرج من هذه النقطة التى يتحقق عندها أعلى سعر صوب الخارج .

أمثلة على تصميم العينات :

وعلى الرغم من أن العينات كأسلوب تهدف إلى التقليل بقدر الإمكان من الاعتماد على الفرد إلا أن اختيار إطار العينة والطريقة التى تسحب بها يعتمد على الباحث أو الفرد والحذر فى هذه الحالة من أن يداخله شئ من الذاتية . فليست هناك قواعد عامة تحكم كل مشكلات العينة ، والفرد هو الذى يختار العينة من حيث الإطار والحجم وطريقة السحب بحيث تعطى فى النهاية بيانات يعتمد عليها من خلال تكلفة محدودة وفى وقت قصير وبجهد محدود .

وقبل نهاية هذا الجزء يحسن أن تقدم ثلاثة أمثلة لتصميم عينات تنصب على دراسة مشكلات معينة :

١- إذا كان الطالب يريد دراسة أحجام الحصى فى شاطئ من الشواطئ ويرغب فى الحصول على عينة منه بحيث تغطى مناطق الشاطئ المختلفة والأسلوب الذى حدد للحصول على هذه العينة يشمل كل من عنصرى العشوائية والانتظام ويتم ذلك بسير الطالب على طول الجزء العلوى من الشاطئ والتوقف عند مسافات منتظمة والنظر إلى شخص آخر يسير معه على الشاطئ من خلال الكيلو متر الذى يتم تثبيته بزاوية تتناقص وتحدد باستعمال الأرقام العشوائية (رقم عشوائى فى كل مرة يتوقف فيها الطالب) ويتحرك الشخص المرافق إلى أعلى وأسفل حتى يصبح على خط يتفق معه خط نظر الطالب وعند ذلك يضع علامة خشبية عند قدميه ويجمع كل الحصى الواقع حول العلامة أو الذى يلامسها .

٢- المثال الثانى إذا كان الباحث يريد دراسة العلاقة بين المسافة من مركز المدينة وتجارة التجزئة ووظائف أجزاء المبنى الواحد "فلكى يحصل على عينته من المبانى يجب أن يأخذ أولا مجموعة الأرقام تتراوح بين ٠٠٠ ، ٣٥٩ من جدول الأرقام العشوائية ، وهذه الأرقام تحدد زاوية اتجاه كل مبنى فى العينة من مركز المدينة . وبعد ذلك يأخذ مجموعة أخرى من الأرقام الثلاثية تتراوح بين صفر ، ١٨٠ فيحدد المسافة التى يبعد بها كل مبنى من مبانى العينة عن مركز المدينة على خريطة للمدينة (إذا كانت الخريطة بمقياس ١ : ٦ بوصة فإن المسافة تقاس عليها بعشر البوصة) ثم يزاوج بين أرقام اتجاهات المبانى العشوائية وأرقام المسافات العشوائية ليحصل على مواقع المبانى التى تم اختيارها للعينة . وإذا كان موقع المبنى المختار فى العينة يأتى خارج نطاق المنطقة التى تشغلها رقعة المدينة نتجاهله أما إذا جاء فى مكان غير مبنى داخل المدينة فيؤخذ أقرب مبنى له .

٣- المثال الثالث إذا أراد الطالب أن يقدر المساحات التى تشغلها الأراضى على مناسيب مختلفة فى منطقة ما من خلال خريطة لهذه المنطقة فإنه يرسم مجموعة من القطاعات العرضية العشوائية على خريطة مظاهر السطح . ولكى يحدد الخط الذى يمر به كل قطاع عرضى يرسم شبكة من الخطوط المتقاطعة على الخريطة ثم تحدد نقطتان على هذه الشبكة باستخدام الأرقام العشوائية يبدأ عند إحداهما القطاع العرضى وينتهى عند الأخرى ، وهكذا ترسم كل القطاعات العرضية وتجمع الأطوال داخل كل نطاق عرضى فى كل أرتفاع .

الفصل الثالث عشر

مقاييس المجتمع وتقديرات العينات

- التقديرات باستخدام العينات كبيرة الحجم.
- التقديرات من مقاييس العينات الصغيرة.
- التقديرات من العينات الموزعة تبادلياً.
- الخطأ المعيارى كنسبة فى التوزيع ذو الحدين.
- تصحيح نسبة المعينة أو معدلها.
- الخطأ المعيارى فى العينة العشوائية.
- تقدير العينة التعدادية المطلوبة.
- حجم العينة التبادلية.



الفصل الثالث عشر

مقاييس المجتمع وتقديرات العينات

تستخدم العينات عادة للحصول على تقديرات حول الخصائص الرقمية للمجتمع الشامل حين يكون هناك دراسة كاملة أو واقعية عن هذا المجتمع يمكن بها حصر هذه الخصائص بالكامل . ولذلك يلاحظ أن هناك فروقا فى العادة بين بعض المقاييس الاحصائية المستمدة من العينات عن تلك التى تحصل عليها من المجتمع كله وتنصب هذه الفروق على :

١- عدد المتغيرات　　٢- المتوسط　　٣- الانحراف المعيارى

وتستخدم لذلك رموز خاصة للتفرقة بين كل خاصية من تلك فى المجتمع الشامل ومجتمع العينة هى كالتالى :

	فى المجتمع الشامل	فى العينة
عدد المتغيرات	ن	نَ
المتوسط	سَ	سَّ
الانحراف المعيارى	ع	عَ

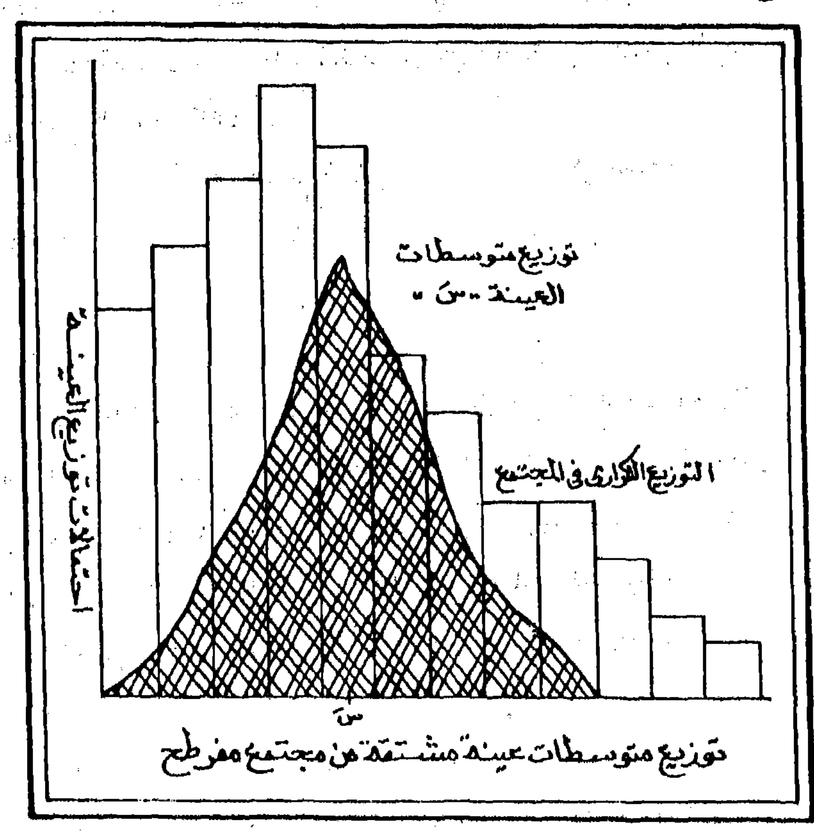
وفى العادة لاتعطى العينة الواحدة - بغض النظر عن مقدار الخطأ فيها - تقديرات للمتوسط الحسابى أو الانحراف المعيارى قيما لهذه المقاييس تقرب كثيرا من المجتمع الشامل . كذلك فإنه إذا ما سحبت عينتان من مجتمع واحد لن تكون لهما نفس المتوسطات والانحرافات المعيارية . أما إذا كانت العينات المسحوبة خالية من الخطأ فمن المحتمل أن تتوقع الحصول على متوسطات مساوية لها إذا سحبت من مجتمع واحد .

وعادة فى الواقع لا تؤخذ أعداد من العينات عند دراسة ظاهرة ما وإنما يستند على عينة واحدة ولاتعرف المقاييس الاحصائية للمجتمع الشامل وإنما تهدف إلى تقديرها من هذه العينة . وقد ساعد علماء الرياضيات دارسى العلوم المختلفة فى هذا المجال بوضعهم فروضا نظرية حول أحجام العينات وعلاقاتها بالمجتمع الشامل

واحتمالات الخطأ فى كل حالة عند إجراء تقديرات ، وهنا من الضرورى أولا فهم نظرية الحدود المركزية والخطأ المعيارى .

وترى نظرية الحدود المركزية هذه أنه إذا ما تخيلنا سحب كل العينات الممكنة ذات الحجم الواحد من مجتمع واحد فإن خصائص هذه العينات ستتوزع بصورة طبيعية حول متوسط المجتمع الشامل بغض النظر عن خصائص هذا المجتمع وذلك على فرض أن العينات كبيرة الحجم نسبيا (أكثر من ٣٠ مثلا) كذلك فإن الانحراف المعيارى فى توزيع العينة حول متوسطها يمكن التوصل إليه بقسمة الانحراف المعيارى فى المجتمع الشامل على الجذر التربيعى لحجم العينة أو :

ع ÷ $\sqrt{ن}$



توزيعات متوسطات عينة مشتقة من مجتمع مفرطح

ويسمى الانحراف المعيارى لتوزيع العينة حول متوسطها الحسابى باسم الخطأ المعيارى لخصائص العينة ويمكن حسابه بالقانون السابق وهو بذلك يعد الأساس الذى تقوم عليه كل التقديرات التى يراد الحصول عليها من المجتمع الشامل لاستخدام العينة .

– التقديرات باستخدام العينات كبيرة الحجم :

هل يمكن تقدير المتوسط الحسابى للمجتمع الشامل من خلال عينة عشوائية سحبت منه ؟ إذا فرض أنه تم الحصول على عينة من الحصى من ١٠٠ موقع على أحد الشواطئ ونريد تقدير متوسط الاستدارة لها ووجد أن المتوسط من العينة سَ = ٥٠ ، عَ = ١٠ (عَ الانحراف المعيارى للعينة) والآن كيف يقدر مدى انحراف هذه المعايير المحسوبة من خلال العينات عن تلك الموجودة فى المجتمع كله هل سيكون المتوسط للمجتمع مرتفعا حتى ٦٠ أو منخفضا حتى ٤٠ .

والخطوة الأولى عند ذلك هى حساب الخطأ المعيارى فى متوسط العينة باستخدام المعادلة :

الخطأ المعيارى = عَ ÷ $\sqrt{\text{ن}}$

وهنا لما كانت ن = ١٠٠ و عَ = ١٠

والخطأ المعيارى = ١٠ ÷ $\sqrt{١٠٠}$ = ١

والآن يمكن تخيل توزيعا للعينة ذات المتوسط سَ حول متوسط المجتمع الشامل سَ الذى يكون مجتمعا طبيعيا (توزيعه معتدل) وانحرافه المعيارى = ١ وبالنظر إلى خصائص التوزيع المعتدل أو الطبيعى فإن :

(١) هناك احتمال لوقوع قيمة واحدة من قيم س بين المتوسط الحسابى للمجتمع الشامل والخطأ المعيارى قدره ٦٨٪ .

(٢) ولذلك فإن احتمال وقوع سَ = ٥٠ (متوسط العينة) بين الخطأ المعيارى ومتوسط المجتمع الشامل سَ = ٦٨٪ .

(٣) كذلك فإن قيمة سَ ممكن أن تقع بنسبة ٩٥٪ بين سَ وضعف الخطأ المعيارى.

(٤) كذلك فإن هنـاك احتمـالا نسبته ٩٩,٧٪ لأن تقـع سَ ً بين سَ و ٣ أضعـاف الخطأ المعيارى .

والآن يمكن صياغة ذلك بصورة أخرى كما يلى :

١- هناك احتمال لوقوع سَ بين الخطأ المعيارى، ٥٠ = ٩٥٪ .

٢- هناك احتمال لوقوع سَ بين ضعف الخطأ المعيارى، ٥٠ = ٩٥ ٪ .

٣- هناك احتمال لوقوع سَ بين (٣) أضعاف الخطأ المعيارى، ٥٠ = ٩٩,٧ ٪ .

ولما كان الخطأ المعيارى = ١ فإن الثلاثة احتمالات السابقة يمكـن صياغتهـا كما يلى :

١- هناك احتمال بنسبة ٦٨٪ لوقوع سَ بين ٥٠-١ ، ٥٠+١ أى بين ٤٩-٥١ .

٢- هناك احتمال بنسبة ٩٥٪ لوقوع سَ بين ٥٠-٢ ، ٥٠+٢ أى بين ٤٨-٥٢ .

٣- هناك احتمـال بنسبة ٩٩,٧٪ لوقـوع سَ بـين ٥٠-٣ ، ٥٠+٣ أى بـين ٥٣-٤٧.

ومستويات الاحتمال هذه تسـمى مستويات الثقـة وتسـمى الحـدود العليـا والدنيا التى يقع فيها المقياس باسم حدود الثقة (أمـا المـدى الـذى تـتراوح بينـه هـذه الحدود فيسمى فترة الثقة) ومن هنا فإن حدود الثقة التى تبلغ ٩٥٪ بالنسبة لاستدارة الحصى على الشاطئ هى بين ٤٨ ، ٥٢ ، وفترة الثقة التى تبلغ ٩٥٪ تساوى ٠,٠٤ ، وعلى ذلك يمكن القول أنه بدرجـة ثقـة مقدارهـا ٩٥٪ سيتراوح متوسـط استدارة الحصى فى هذا الشاطئ بين ٤٨-٥٢ وإذا كـانت هنـاك قيمـا خـارج هـذه الحـدود فإنها تمثل نسبة يمكن تجاهلها لأنها لن تؤثر على تقديرات مقاييس المجتمع الشامل من واقع العينة المسحوبة .

وبصورة عامة يمكن أن نخلص إلى :

أن حدود الثقة ٦٨٪ لـ سَ هى سَ ً ± ١ خطأ معيارى .

أن حدود الثقة ٩٥٪ لـ سَ هى سَ ً ± ٢ خطأ معيارى .

أن حدود الثقة ٩٩,٧٪ لـ سَ هى سَ ً ± ٣ خطأ معيارى .

وربما نرغب أحيانا فى التأكد من تعيين حدود لمستويات ثقة غير ٦٨٪ (والتى تعتبر منخفضة جدا فى معظم الحالات) مثل ٩٥٪ (والتى تعد أكثر الحدود استخداما) أو ٩٩,٧٪ . وفى هذه الحالة لابد من استخدام جداول الاحتمالات الخاصة بقيم Z التى ترتبط بالتوزيع المعتدل . وتحدد مستويات الثقة فى التوزيع المعتدل باحتمالات وقوع توزيع أفراد العينة فى حدود معينة على أى من جانبى المتوسط الحسابى .

ويبين جدول قيم Z فى الملحق رقم (١) احتمالات وقوع قيم مأخوذة من توزيع معتدل داخل Z من الانحرافات المعيارية على جانب واحد من جوانب المتوسط ولذلك فإن الاحتمالات المتعاقبة بقيمة Z فى الجدول تمثل نسبة مستوى الثقة فقط . ومن ثم فإن طريقة تحديد مستويات الثقة من جداول قيمة Z تمر بالخطوات التالية :

١- تنصف مستوى الثقة المراد اختباره وتحوله إلى قيمة احتمالية من واحد صحيح فإذا كان المستوى ٩٠٪ فإن نصفه ٤٥ ٪ أى يساوى احتمالا ٠,٤٥ من الواحد الصحيح .

٢- انظر إلى قيمة Z فى الجدول والتى تقابل احتمالا قدره ٠,٤٥ ستجدها = ١,٦ .

٣- حدود الثقة عندئذ سَ ± Z × الخطأ المعيارى . وفى حالة المثال السابق الخاص بحصى الشاطئ حيث الخطأ المعيارى = ١ ، سَ = ٥٠ فإن الـ ٩٠٪ كحد ثقة حول متوسط استدارة الحصى وهو :

٥٠ ± ١,٦ × ١ أى = ٤٨,٤ ، ٥١,٦

ونؤكد مرة ثانية الطريقة السابقة فى تحديد مستويات الثقة لا تصلح إلا فى حالة العينات الكبيرة الحجم والتى يزيد عدد أفرادها عن ٣٠ حيث تميل إلى الاقتراب من التوزيع المعتدل .

وتبقى بعد ذلك نقطتان تتعلقان بالخطأ المعيارى وحدود الثقة هما :

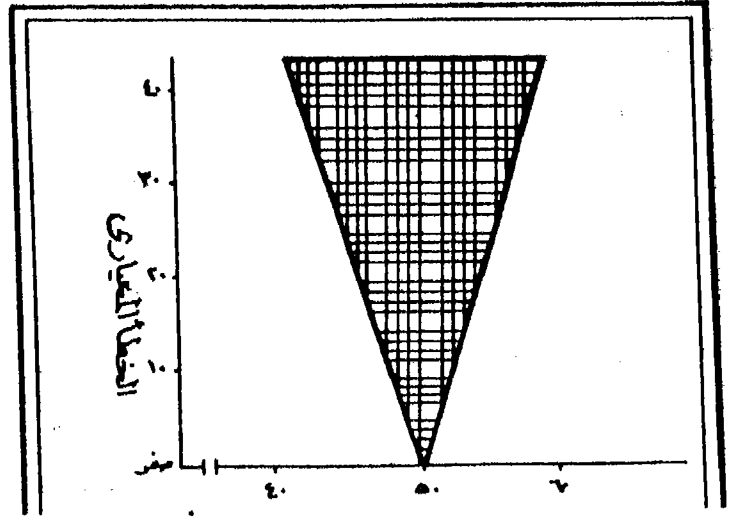
١- أنه بالنسبة لعينة ذات حجم معين يتزايد الخطأ المعيارى وبالتالى فترة الثقة مع زيادة الانحراف المعيارى للعينة وذلك معناه أنه مع تزايد الانحرافات المعيارية للعينة تتناقص دقة تقدير المتوسط الحسابى للمجتمع الشامل .

وهذه الحقيقة السابقة يمكن إبرازها بوضوح عند معاملة نسبة الـ ٩٥٪ من حدود الثقة فى المثال السابق معاملة مختلفة فى ظل انحرافات معيارية متباينة وإظهار المدى الذى تختلف فيه الثقة على النحو الذى يظهره الجدول التالى :

العلاقة بين الانحراف المعيارى والخطأ المعيارى ، وفترة الثقة

ن	سَ	ع	الخطأ المعيارى = ع / √ن	٩٥٪ حدود ثقة	٩٥٪ فترة ثقة
١٠٠	٥٠	١٠	١	٥٢ ، ٤٨	٤
١٠٠	٥٠	٢٠	٢	٥٤ ، ٤٦	٨
١٠٠	٥٠	٣٠	٣	٥٦ ، ٤٤	١٢
١٠٠	٥٠	٤٠	٤	٥٨ ، ٤٢	١٦

ويمكننا بصورة عامة أن نحول العمودين الثالث والخامس من الجدول إلى شكل بيانى كما يلى :



شكل يبين علاقة الانحراف المعيارى للعينة وحدود الثقة فيها بنسبة ٩٥٪

(٢) أنه بالنسبة لانحراف معيارى معين لعينة تتناقص قيمة الخطأ المعيارى وفترة الثقة وتصبح حدود الثقة أضيق مع زيادة حجم العينة . وبذلك يعنى أنه **كلما زاد حجم العينة كلما كان تقدير المتوسط الحسابى فى المجتمع الشامل أكثر دقة .**

تطبيق :

١- أكمل الجدول التالى وارسم شكلا بيانيا من العمودين ٢ ، ٥ على النحو المبين فى الشكل السابق :

العلاقة بين حجم العينة والخطأ المعيارى

وفترة الثقة

(أكمل الجدول)

سَ	ن	عَ	الخطأ المعيارى َ	٩٥٪ حدود ثقة	٩٥٪ فترة ثقة
٥٠	١٠٠	٢٠	٢	٤٦ ، ٥٤	٨
٥٠	٢٠٠	٢٠			
٥٠	٣٠٠	٢٠			
٥٠	٤٠٠	٢٠			

٢- فى مسح بالعينة أجرى على القرى الهندية أختيرت الوجبات الغذائية لمائة شخص من الذكور بصورة عشوائية فوجد أن متوسط السعرات الحرارية التى تحتويها هذه الوجبات ٢٠٠٠ سعر حرارى وانحرافها المعيارى ٢٥٠ :

أ - احسب حدود الثقة لـ ٩٥٪ من المتوسط للسعرات الحرارية لوجبات الذكور البالغين فى هذه القرى الهندية .

ب- على فرض أن الانحراف المعيارى للعينة ظل كما هو (٢٥٠) . ما مقدار الزيادة فى العينة التى تلزم لكى نصل إلى تنصيف فترة الثقة .

التقديرات من مقاييس العينات الصغيرة :

رؤى فيما سبق أنه يمكن تحديد الثقة فى بيانات العينات كبيرة الحجم (التى تزيد عن ٣٠) من خلال معرفة اقترابها من التوزيع المعتدل أو الطبيعى بحساب الخطأ المعيارى وبناء على ذلك فإنه إذا ما كان لديك عينة كبيرة الحجم سحبت من مجتمع ما توزيعه يقترب من الاعتدال فإن شكل توزيع العينات الصغيرة حول متوسطها الحسابى والمسحوبة من نفس المجتمع يتوقف إلى حد كبير على شكل توزيع القيم فى هذا المجتمع .

والمشكلة التى تظهر هنا هى أنه فى بعض الأحيان تسحب عينات صغيرة من مجتمعات غير معروف نمط توزيع مفرداتها ونريد الحصول على تقديرات حول الخصائص الرئيسية للمجتمع الشامل ومدى ابتعاد خصائص هذه العينة الصغيرة عنها.

فإذا ما رغب مثلا فى تقدير المتوسط الحسابى لمجتمع فى توزيع معتدل من خلال عينة محدودة نحتاج إلى إدخال تعديلين على القانون السابق الخاص بحساب الخطأ المعيارى هما :

١- وجد أنه يمكن الحصول على تقدير أفضل للانحراف المعيارى فى المجتمع ككل (ع) بضرب الانحراف المعيارى للعينة (ع) فى $\sqrt{[ن \div (ن-1)]}$ ويسمى هذا التعديل باسم معامل تصحيح "بيسل" . ويعطى أفضل تقدير لـ ع و يمكن أن يشار إليه بـ عَ ولهذا

$$ع = عَ = ع \sqrt{\left(\frac{ن}{ن-1}\right)}$$

$$أو\ ع = عَ = \sqrt{\left(\frac{مجـ\ (س - سَ)^2}{ن}\right)} \sqrt{\frac{ن}{ن-1}} =$$

$$\sqrt{\left(\frac{مجـ (س - سَ)^2}{ن-1}\right)}$$

من الواضح هنا أنه مع زيادة ن فإن (ن + (ن-١) يقترب كثيرا من ١ وبذلك يصبح الفرق بين ع ، عَ ضئيلا وهذا يبرر عدم استخدام معامل التصحيح فى حالة العينات التى تزيد عن ٣٠) .

٢- لابد من تغيير جدول اختبار Z لأنه صمم للعينات كبيرة الحجم والتى تزيد عن ٣٠ واستبداله بجدول اختبارات (T) فى الملحق الذى يتفق مع العينات الصغيرة الحجم التى لاتكون متوسطاتها مسايرة للتوزيع الطبيعى ، ويعتمد شكل توزيع ت (T) على حجم العينة فكلما زاد هذا الحجم اقترب التوزيع من الشكل المعتدل وقد يكون مفيدا هنا أن نوضح طريقة التوصل إلى حدود الثقة بعدا عن التوزيع المعتدل للمجتمع من خلال عينة صغيرة بمثال .

إذا أجرى مسح بالعينة للمشاة الذين عبروا منطقة فى قلب مدينة ما فى ٩ أيام من يوم الخميس فوجد أن متوسط تدفق أعداد السائرين ٢٥٠٠ شخص / ساعة بانحراف معيارى قدره ٤٠٠ والمطلوب حساب حدود الثقة التى تصل ٩٥٪ لمتوسط تدفق المشاة فى مساء يوم العطلة .

الخطوة الأولى

نوجد أفضل تقدير للانحراف المعيارى للمجتمع كله من المعادلة :

$$\hat{ع} = ع \sqrt{\frac{ن}{ن-١}} = ٤٠٠ \sqrt{٩ \div ٨} = ٤٢٤$$

الخطوة الثانية :

نحسب الخطأ المعيارى لتوزيع العينة من المعادلة :

$$ع \div \sqrt{ن \approx ع} \div \sqrt{ن} = ٤٢٤ \div \sqrt{٩} = ١٤١$$

الخطوة الثالثة :

ننظر فى جدول قيم ت (T) فى الملحق عن عدد الأخطاء المعيارية على أى من جانبى المتوسط الحسابى والتى تضم ٩٥٪ من توزيع ت عندما يكون حجم العينة يساوى ٩ ويتم ذلك عادة بقراءة الرقم الواقع تحت عمود ٩٥ ٪ فى مواجهة

عدد أفراد العينة مطروحا منها واحد صحيح أى (٩-١) = ٨ وهذا الرقم الأخير يسمى درجات الحرية . وبناء على ذلك فإن الرقم الموجود فى الجدول تحت عمود ٩٥٪ وأمام درجات حرية مقدارها ٨ = ٢,٣٠٦ أو ٢,٣١ تقريباً

الخطوة الرابعة :

يضرب الخطأ المعيارى بالقيمة السابقة :

١٤١ × ٢,٣١ تقريبا = ٣٢٥

الخطوة الخامسة :

نستطيع أن نصل الآن إلى حدود الثقة التى تبلغ ٩٥٪ حيث تساوى ٢٥٠٠ + ٣٢٥ = ٢٨٢٥ و ٢٥٠٠ - ٣٢٥ = ٢١٧٥

أو تكتب هكذا بصورة أفضل ٢٥٠٠ ± ٣٢٥

ولاشك أنه إذا لم يستخدم معامل تصحيح "بيسل" السابق وحسب الخطأ المعيارى بنفس طريقة العينة كبيرة الحجم فإن حدود الثقة تكون مضللة إلى حد كبير وغير صحيحة بالمرة لأنها ستعطى قيما تتراوح بين ٢٢٣٤ ، ٢٧٦٦ .

تطبيـق :

أخذت عينة من مجموعة حقول لزراعة القمح فى محافظة البحيرة لمعرفة إنتاجية الفدان فوجد أن متوسط إنتاج الفدان أربعة أرادب والانحراف المعيارى ٠,٥ أحسب باستخدام العينة الصغيرة والكبيرة حدود الثقة التى تبلغ ٩٥٪ .

أ - عندما تكون العينة مأخوذة من ١٦ حقلا .

ب- عندما تكون العينة مأخوذة من ٢٥ حقلا . وبين أى الطريقتين تقدم حدود ثقة صحيحة ، وما هى نسبة الخطأ ونتيجة الطريقة غير الصحيحة فى كل حالة .

التقديرات من العينات الموزعة تبادليا :

سبق أن عرفت العينات التى تعتبر وحداتها قيما بذاتها وكيفية تقدير خصائص المجتمع الشامل منها مثل إنتاج الحقول من المحاصيل أو مدى استدارة الحصى على الشواطئ ولكن أحيانا تجد نمطا من توزيع العينات ينقسم فيه أفراد العينة إلى نوعين أو بين خاصيتين تبادليتين مثل أن يقال الحصى أما أملس أو غير أملس أو

السكان ذكور أو إناث والأراضى زراعية أو غير زراعية والسكان محليون أو مهاجرون وهنا يمكن حصر أفراد العينة وحساب نسبة توزيع أفرادها بين البديلين ولكن لايمكن حساب الخطأ المعيارى وحدود الثقة لمثل هذا النوع من العينات إلا باستخدام طرق أخرى تختلف عما سبقت الإشارة إليه ولذلك فلا حل سوى استعمال التوزيع ذى الحدين .

فإذا كنت بصدد دراسة سكان منطقة ما ووجدت أن نسبة الذكور بين السكان ٤٠٪ فهنا من المحتمل مقابلة ٠,٤ من الذكور عند إجراء البحث عشوائيا ، واحتمال آخر يبلغ ٠,٦ ، لمقابلة إناث . فإذا أخذت عينة قوامها ٢٠٠ فرد فإن احتمال مقابلة الذكور سيصل عددهم إلى ٢٠٠ × ٠,٤ = ٨٠ والإناث سيصل عددهم إلى ٢٠٠ × ٠,٦ = ١٢٠ فإذا رمزنا لاحتمال مقابلة أفراد ذكور بالرمز س واحتمال مقابلة الإناث بالرمز ص فإن (س + ص = ١). وعلى ذلك فإن عينة عشوائية حجمها ن ينتج عنها (ن × س الذكور) ، (ن × ص إناث) ولكن ليس من المؤكد أن كل عينة يتم سحبها من هذا المجتمع ستعطى نفس النتائج، ويمكن أن يظهر أن عددا كبيرا من العينات من نفس هذا المجتمع السكانى ينتج عنه توزيع الأفراد من الذكور يقترب من التوزيع الطبيعى ومتوسطه الحسابى (ن س) وانحرافه المعيارى (الذى يسمى أيضا الخطأ المعيارى) = $\sqrt{\text{ن س ص}}$ وذلك معناه أن الخطأ المعيارى فى هذه الحالة = $\sqrt{(\text{ن س ص})}$

وذلك على فرض أن أفراد العينة (ن) حجمهم كبير نسبيا ، ويعتمد هذا الحجم الكبير على قيم كل من س ، ص . فإذا كانت س = ص = ٠,٥ فإن التوزيع ذو الحدين يكون توزيعا طبيعيا عندما تكون قيمة ن صغيرة . وكلما زاد الفرق بين س ، ص كلما كانت قيمة ن أكبر حتى نصل إلى التوزيع الطبيعى أو المعتدل وبالتالى يمكن أن نخرج بقاعدة تقول أن ن س ص يجب أن تساوى على الأقل ٩ ولهذا فإذا ما كان س = ص = ٠,٥ فإن ن تحتاج أن تساوى على الأقل ٣٦ (٣٦×٠,٥×٠,٥ = ٩) . أما إذا كانت س = ٠,١ ، ص = ٠,٩ أو العكس) فإن ن تحتاج أن تبلغ ١٠٠ على الأقل (١٠٠×٠,١×٠,٩) = ٩ .

وبناء على ما سبق تظهر الطريقة التى يمكن بها تعيين حدود الثقة من العينات المأخوذة عدديا وموزعة تبادليا كما يلى :

١- نتأكد أولا من أن ن س ص = ٩ على الأقل حتى يكون توزيع أفراد العينة توزيعا طبيعيا أو يقترب منه وألا يجب عدم حساب حدود الثقة .

٢- نحسب المتوسط الخاص بالعينة (ن س) والخطأ المعيارى لها $\sqrt{}$(ن س ص)

٣- نستخدم جداول اختبار Z في الملحق رقم ١ فى العمود لنحصل على حدود الثقة بنفس طريقة العينات الكبيرة .

وإذا ما طبق ذلك على العينة السابقة المكونة من ٢٠٠ شخص فإن :

١- ن س ص = ٢٠٠×٠,٤×٠,٦ = ٤٨ ولذا فالعينة تقترب من توزيعها من التوزيع الطبيعى .

٢- المتوسط = ٢٠٠×٠,٤=٨٠ والخطأ المعيارى= $\sqrt{٢٠٠ \times ٠,٤ \times ٠,٦} = \sqrt{٤٨} = ٧$

٣- حدود الثقة هى ٨٠ ± ٧Z .

وذلك معناه أن ٩٥٪ كحد ثقة تقع بين ٨٠ ± ١,٩٦×٧ = ٦٦,٣، ٩٣,٧ أما ٩٩٪ كحد ثقة تقع بين ٨٠ ± ٢,٥٨×٧ = ٦١,٩٤، ٩٨,٠٦.

الخطأ المعيارى كنسبة فى التوزيع ذو الحدين :

ربما يرغب الباحث أحيانا فى معرفة نسب توزيع الذكور فى العينة السابقة بدلا من اعدادهم فى المجتمع . وهنا من الضرورى أن يعبر عن المتوسط والخطأ المعيارى كنسبة مئوية من حجم العينة بدلا من الأرقام المطلقة ، ويتم ذلك بضرب القيم العددية فى $\sqrt{\frac{١٠٠}{ن}}$ ولهذا فإن المتوسط (ن س) يصبح ن س × $\sqrt{\frac{١٠٠}{ن}}$ = ١٠٠ س × المائة من ن.

والخطأ المعيارى (ن س ص يصبح ن س ص × $\sqrt{\frac{١٠٠}{ن}}$) = ن س ص × $\frac{١٠٠}{٢}$

$= \sqrt{\frac{١٠٠س - ١٠٠ص}{ن}}$

وهذه الصيغة تكتب عادة $\sqrt{\frac{\text{س\%ص\%)}}{\text{ن}}}$ x المائة من حجم العينة (ن) .

وإذا ما حولت الاحتمالات السابقة لتوزيع الذكور بالإناث فى المجتمع (٠,٤ ذكور ٠,٦ إناث) إلى نسب مئوية قدرها ٤٠٪ ، ٦٠٪ يصبح الخطأ المعيارى: $= \sqrt{\frac{٤٠ \times ٦٠}{٢٠٠}} = \sqrt{١٢}$ = ٣,٥ فى المائة من حجم العينة .

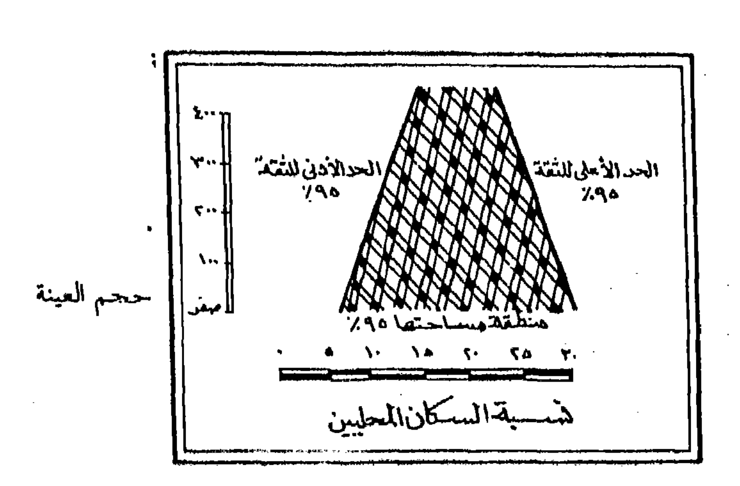
وعلى ذلك فإن حدود الثقة تصبح ٤٠ ± ٣,٥ Z ومن ثم فإن حد الثقة الذى يبلغ ٩٥٪ يكون ٤٠ ± ١,٩٦ × ٣,٥ = ٣٣ ، ٤٧ فى المائة على التوالى تقريبا . ونخلص من ذلك إلى القول بأننا بدرجة ثقة مقدارها ٩٥٪ فإن نسبة الذكور فى المجتمع الذى سحبت منه العينة ستقع بين ٣٣٪ ، ٤٧٪ .

والآن لننظر فى المدى الذى يصل إليه التباين فى حدود الثقة وفترتها مع التباين فى حجم العينة التبادلية هذه ، فإذا فرض أن لدينا عينة من بين مجموعة مختارة عشوائيا من السكان غير المهاجرين فى مدينة معينة تمثل ٢٠٪ من هؤلاء السكان المحليين فإن الجدول التالى والشكل المرفق يظهر حدود ثقة مقدارها ٩٥٪ وعلاقتها بنسبة السكان المحليين فى العينات المختلفة الأحجام .

جدول يبين العلاقة بين حجم العينة والخطأ المعيارى وفترة الثقة

ن	س	ص	متوسط س لكل ١٠٠	الخطأ المعيارى = ع ن	٩٥٪ حدود ثقة	٩٥٪ فترة ثقة
٥٠	٠,٢	٠,٨	٢٠٪	٣٢=٥,٧٪	*	س*
١٠٠	٠,٢	٠,٨	٢٠٪	١٦=٤,٠٪	٢٠± ٨٪	١٦٪
٢٠٠	٠,٢	٠,٨	٢٠٪	٨=٢,٨٪	٢٠±٥,٦٪	١١,٢٪
٤٠٠	٠,٢	٠,٨	٢٠٪	٤=٢,٠٪	٢٠±٤٪	٨٠٪

* حيث تكون قيمة ن = ٥٠ فإن س ص أقل من ٩ ولذا لا يمكن حساب حدود الثقة .



تطبيـــق :

١- كون جدولا وشكلا بيانيا مثل ما سبق لتبين حدود الثقة لنسبة السكان المحليين (غير المهاجرين) فى المدينة إذا كان حجم العينة ١٠٠ : ويضم (١) ٨٠ غير مهاجرين (٢) ٦٠ غير مهاجرين (٣) ٥٠ غير مهاجرين (٤) ٤٠ غير مهاجرين (٥) ٢٠ غير مهاجرين .

٢- من الشكل السابق (المرسوم على الصفحة السابقة) والشكل الذى رسمته بين العلاقة بين فترة الثقة وحجم العينة وحجم س .

تصحيح نسبة العينة أو معدلها :

تعرف نسبة العينة بأنها النسبة بين حجم العينة والمجتمع الذى سحبت منه فإذا كان لديك عينة قوامها ١٠٠ سحبت من مجتمع قوامه ١٠٠٠ فإن نسبة العينة عندئذ = $\frac{١٠٠}{١٠٠٠}$ = $\frac{١}{١٠}$ أو ١٠٪ . وعندما يكون حجم المجتمع لانهائيا مثل مواقع

النقط على خريطة فإن نسبة العينة تكون صفرا أو قريبة من الصفر . وبصفة عامة تعتمد دقة التقديرات المستمدة من عينة صحيحة على حجم العينة أكثر من اعتمادها على نسبة العينة أو معدلها ولذلك فإن تصحيح نسبة العينة أو معدلها لا يحدث إلا إذا كانت نسبة العينة تزيد على $\frac{١}{١٠}$.

وإذا كانت نسبة العينة كبيرة فإنها تقلل من الخطأ المعيارى فى متوسط العينة وبالتالى فى فترة الثقة . ويحدث هذا التناقص بضرب الخطأ المعيارى × (أ-ف) حيث ف هى نسبة العينة أو معدلها ، وينطبق معامل التصحيح هذا فى الحالتين السابقتين أى سواء كانت العينة عادية او أفرادها يتوزعون تبادليا أى عند تطبيق المعادلات :

$$\text{ع} \div \sqrt{\text{ن}} \quad \text{أو} \quad \sqrt{\frac{\text{س\%ص\%}}{\text{ن}}} \quad \text{أو} \quad \sqrt{\text{ن س ص}}$$

ولذلك فإنه عند حساب خطأ معيارى قيمته ٥ وإذا كانت نسبة العينة = $\frac{١}{٤}$ (٢٥٪) فإن الخطأ المعيارى المصحح: $٥ \sqrt{١ - \frac{١}{٤}} =$

$٥ \times \sqrt{٠,٧٥} = ٥ \times ٠,٨٧ = ٤,٣٥$

وهذا بالتالى يقلل من فترة الثقة التى تبلغ ٩٥٪ (للعينات الكبيرة) من ١٠ إلى ٨,٧ .

وكلما ارتفعت نسبة العينة كلما زاد التناقص فى الخطأ المعيارى ، وتستمر نسبة العينة فى الارتفاع حتى تصل إلى واحد صحيح (وفى هذه الحالة تكون العينة شملت المجتمع كله) .

وعند ذلك يكون الخطأ المعيارى وفترة الثقة قد هبط إلى صفر . ومن ناحية أخرى إذا كان خطأ العينة أقل من $\frac{١}{١٠}$ فإن معامل التناقص سيكون قريبا من واحد صحيح أى $١ - \frac{١}{١٠} = ٩٥٪$ ويقل تأثيره بالتبعية على الخطأ المعيارى وهذا هو السبب فى تجاهله بصورة عامة إذا كان حجم العينة يقل عن العشر ($\frac{١}{١٠}$)

الخطأ المعيارى فى العينة العشوائية:

يلجأ الباحثون فى مجال الاحصاء إلى استخدام العينات للحصول على بيانات أكثر تفصيلا فى التعدادات السكانية حول خاصية معينة لتعميمها بدلا من حصرها حصرا شاملا ، وقد تكون العينة حول مجموعة من الخصائص والحصر الشامل حول بعض الخصائص الأخرى . وعادة ماتضم هذه العينات هامشا للخطأ إذا ماكانت تقل عن ٢٥٪ من حجم السكان .

ولتوضيح ذلك إذا افترضنا أن بحثا أجرى بالعينة على أعداد العاملين حسب النشاط الاقتصادى فى مدينة الاسكندرية عام ١٩٨١ واتضح فيه أن عدد العاملين بصناعة النسيج من الذكور ٩٠٣ (وهذا هو جملة أفراد العينة) بينما كان عدد العاملين فى كل الحرف بالمدينة ١٠٩٨١ (وهذا هو حجم السكان الذى سحبت منه العينة) ولذا فإن حجم العينة يقل عن $\frac{1}{10}$ حجم السكان الكلى فهى حوالى $\frac{1}{12}$ منه . ولذلك فإن الخطأ المعيارى للعينة يمكن تقديره :

١- الحصول على الجذر التربيعى لمجموع أفراد العينة : $\sqrt{س} \approx ٣٠$

٢- نضرب فى ٠,٩ : ٣٠ × ٠,٩ = ٢٧ .

فإذا كان الخطأ المعيارى = ٢٧ فإنه يمكن الحصول على حد ثقة مقداره ٩٥٪ لمجموع أفراد العينة ليكون ٩٠٣ ± ٢ × ٢٧ = ٨٤٩ أو ٩٥٧. ولما كانت هذه العينة = ١٠٪ فقط فإن العدد الحقيقى للعاملين فى صناعة النسيج بمدينة الاسكندرية فى عام ١٩٨١ يمكن تقديره بدرجة ثقة قدرها ٩٥٪ بأنه يقع بين ٨٤٩٠ ، ٩٥٧٠ عاملا .

تطبيقات :

إذا علمت أنه فى تعدادى ١٩٦٦ ، ١٩٧٦ كان عدد العاملات فى صناعة الغزل والنسيج فى منطقة ما ١٢٦٤ ، ١٢٢٨ من واقع عينة مقدارها ١٠٪.

أ - بين حدود الثقة بنسبة ٩٥٪ للأعداد الحقيقية للإناث العاملات فى عامى ١٩٦٦ ، ١٩٧٦ .

ب- ما النتيجة التى تستخلصها من إجابتك على السؤال أ .

تقدير العينة التعدادية المطلوبة :

عرفنا فيما سبق أن العينة ترمى إلى الدقة فى البيانات والاقتصاد فى الوقت والجهد ولكن لا يمكن الوصول إلى درجة دقة مقدارها ١٠٠٪ إلا إذا أجرينا حصرا شاملا ودقيقا للظاهرة موضع البحث . وعلى ذلك فإنه كلما كانت نسبة العينة أصغر وبدرجة أقل كلما كان هامش الخطأ فى التقديرات المستمدة من هذه العينة أكبر (وفى الحقيقة فإن نسبة العينة إذا قل عن $\frac{١}{١٠}$ لاتؤثر أى اختلافات فيها فى هامش الخطأ) .

ويمكن بصفة عامة قبل البدء فى إجراء دراسة بالعينة لغرض محدد أن يعين الحد الأدنى للعينة المطلوبة على ضوء هامش الخطأ الذى يتفق مع طبيعة البحث ، وهذا بلاشك يوفر الوقت الذى يمكن أن يستغرق فى الحصول على عينة كبيرة الحجم . ويستخدم لهذا الغرض عدة أساليب تعتمد على نوع العينة من حيث توزيعها هل هى عينة عادية أو تبادلية وسواء كانت هذه أو تلك فلابد فى بادئ الأمر من سحب عينة تجريبية يكون عدد مفرداتها نحو ثلاثين بنفس الأسلوب الذى ستسحب به العينة الكاملة ويمكن استخدام مفرداتها كجزء من العينة الكاملة إذا لم يكن لها أثر على اختيار بقية العناصر الأخرى .

(ن) حجم العينة العادية $\left(\frac{Z\ ع}{ف}\right)^{٢}$

ن = حجم العينة

ع = الانحراف المعيارى للعينة التجريبية

ف = هامش الخطأ المراد الوصول إليه فى ظل مستوى معنوية محدد .

Z = قيمة تستخرج من جداول اختبارات Z (ملخص ١ عمودا عند مستوى المعنوية الذى سبق تحديده) .

وهامش الخطأ ما هو إلا المسافة بين المتوسط الحسابى ومستوى معنوية واحد ولذلك فهو يساوى نصف فترة الثقة التى تمتد على الجانبين . ومن هنا إذا كان

الانحراف المعيارى للعينة التجريبية = ١٠ ، وهامش الخطأ المسموح بـه = ٢,٥ عند مستوى معنوية قدره ٩٥٪ فإن العينة المطلوبة يكون حجمها .

$$\text{ن} = \left(\frac{٢ \times ١٠}{٢,٥}\right)^{٢} = \frac{٤٠٠}{٦,٢٥} = ٦٤$$

وعلى ذلك إذا كانت العينة التجريبية شملت ٣٠ حالة فإننا بحاجة إلى ٣٤ حالة أخرى لنحصل على تقديرات تقع فى إطار هامش الخطأ الذى سبق تحديده .

حجم العينة التبادليـة :

وتستخدم هـذه الطريقـة لتقديـر نسبة السـكان الذيـن ينتمـون إلى فئـة أو مجموعة محددة وصيغتها :

$$\text{ن} = \text{س}٪ \times \text{ص}٪ \left(\frac{Z}{\text{ف}}\right)^{٢} \text{ فى المائة}$$

وتمثل ن ، Z ، ف نفس المصطلحات السابقة (حجـم العينـة - واختبـار Z هامش الخطأ المراد الوصول إليه) .

س = نسبة الأفراد فى العينة التجريبية المنتمين لمجموعة معينة .

ص = نسبة الأفراد فى العينة التجريبية غير المنتمين لهذه المجموعة .

وعلى ذلك فمن عينة تجريبية قوامها ٣٠ حالة إذا كان لدينا ١٢ حالـة مـن الذكور وإذا كان الباحث يريد تقديرات حـول نسـبة الذكـور فـى المجتمـع كله مـع وجود حجم العينة المقترح سيكون :

أولا : تحدد نسبة الذكور = $\frac{١٢}{٣٠}$ = ٠,٤ = ٤٠٪ .

وعلى ذلك تكون نسبة الإناث = ٠,٦ = ٠,٦ = ٦٠٪ .

$$\text{وحجم العينة ن} = ٤٠ \times ٦٠ \times \left(\frac{٢}{١}\right)^{٢} = ٩٦٠٠$$

(حدد هامش الخطأ هنا بحوالى ٢٪) .

الفصل الرابع عشر

النماذج والنظم

- معنى النماذج والهدف منها
- طريقة بناء النماذج
- أهمية النماذج فى الدراسات الجغرافية
- أنواع النماذج
- مشكلات إستخدام النماذج
- تطبيقات النماذج فى الجغرافيا
- النظم معناها واستخداماتها
- التنظيم المكانى
- توظيف النظم والنظريات



الفصل الرابع عشر

النماذج والنظم

معنى النمـاذج والهدف منها :

لم يتفق المعنيون بفلسفة العلوم حول معنـى محـدد لكلمـة نمـوذج ومـا تـزال الجغرافيا متخلفة عن سواها من العلوم الاجتماعية فى استخدام النماذج والأمر يحتاج إلى دراسات متأنية حـول وظيفـة ومعنـى النمـوذج مـن حيـث المنهـج . صحيـح أن تشورلى أشـار إلى أنـه يجسـم العلاقـات المعقـدة ويمكـن مـن رؤيتهـا بسـهولة ويعـين الباحـث فى إجراء المقارنات وينظم ويلخص البيانات ، ويسـاعد كوسيلة توضيحية بنائية عند البحـث عـن نظريـة جغرافيـة جديـدة أو تطويـر نظريـة قائمـة إلا أن هـذه الوظائف العديدة جعلت التعريف أمرا أكثر صعوبة .

وأهـم مـايلزم الجغرافـى فـى حـالات الحـصول علـى بيانـات دقيقـة تحليلهـا موضوعيا لوضع الهيكل الأساسى للموضـوع ثـم التوصـل فـى النهايـة لوضـع نمـاذج مكانية تقود للتنظير والسؤال هو ما معنى النموذج ؟ يعنى النموذج البناء أو الشـكل المصور أو المجسد لظاهرة معينة قد تكون واقعية أو خيالية إما بنفس الحجم أو بمقياس معين وبصورة دقيقـة أو علـى هيئـة Skech فالمـاكيت والتمثـال والخريطـة كلهـا نماذج، وتستخدم النماذج فى الجغرافيا لثلاثة أغراض هى :-

١-تصويـر وتبسـيط الواقـع بمـا يسـاعد علـى ادراك العلاقـات وتبيـن النظـم المكانيـة بسهولة للباحث .

٢- محاولة التوصل لوجود علاقة ما أو صياغة جملة خبرية تنطبق فى أماكن أخرى أو حدثت خلال فترة زمنية سابقة أو إذا كان طمـوح البـاحث أكـبر يمكنـه صياغـة قاعدة أو قانون أو معادلة أو نظرية .

٣-توقع المستقبل من خلال محاكـاة أو تقليـد نمـاذج أخـرى حدثـت فـى المـاضى أو ماتزال قائمة فى الحاضر .

ويجب على الباحث التمييز بين العلاقات وهل هى ناجمة عن وجـود سبب أو نتيجة أو علاقـة مجردة، والمعادلات وهى صيغة غالبا مـاتكون رمزيـة ذات طرفين (مثل معادلة الخط المستقيم) والقاعدة Rule وهى جملة خبرية تنظم شكلا محـددا ولها استثناءات مثل الرتبة – الحجم ، أما القانون Law فينسحب فـى كـل زمـان ومكـان ، (مثل نيوتـن والجاذبيـة) والنظريـة Theory التى يصـل مـن خلالها البـاحث إلى قمـة التجريد وتمثل هـدفا أسمى لفروض علمية سبقت البرهنة على صحتها .

ومن أمثلة النماذج الهامـة فى الجغرافيا الخرائـط بأنواعهـا والصـور الجوية والأشكال ، ويمكن من خلال الخريطة الواحدة استخراج أكثر من نموذج إذا كـانت تبين أكثر من ظاهرة ، وقـد تنتقـل النمـاذج لمرحلـة أعلـى بحيـث تتحـول إلى رسـم توضيحى للأنماط المكانية لظاهرة ما أو مجموعة من الظاهرات خلال فترة معينة مثلمـا فعل تاف Taff فـى نموذجـه عـن امتـداد الطـرق فـى غانـا خـلال فـترة الأستعمار الإنجليزى .

والحقيقة أن مصطلح Model يعنى لغويا ثلاثة معانى مختلفة الاستخدامات فهو كاسم يشير إلى تمثيل أو تصوير الواقع وكصفة يعنى النموذجى أو المثالى Ideal أما استخدامه كفعل فمعناه التوضيح أو الاظهار Illustration غير أن المهم هنا هو استخدامه علميا الذى أكد عليه آكـوف Ackoff وزمـلاؤه عـام ١٩٦٢ مـن أنـه يجمع بين المعانى الثلاثة السابقة فنحن نوجد مـن خلالـه تصويـرا مثاليـا للواقـع لكـى نظهر بعض خصائص هذا الواقع ، ولاشك فـى ضـرورة استـخدام النمـاذج لتبسيط الواقع المعقد فهو مصدر مهم للتعامل مع الفروض من حيث وضعهـا واختبـار مـدى انسحابها فى الواقع . فالنماذج اذن لاتنقـل الحقيقـة كاملـة ولكنهـا مفيـدة وتقـترب كثيرا من تصويرها .

فالنموذج العلمى هو عبارة عن جملة أو عدة جمـل خبريـة تعبر عـن الواقـع وهذه الجمل قد تكون حقيقية أو على هيئة قانون أو نظرية وتتوقف درجة تحكم أى علم فى الواقع الذى يدرسه على النماذج التى يبنيها .

طريقة بناء النماذج :-

تم بناء النماذج فى الجغرافيا الأقتصادية من خلال طريقين محددين يكمل بعضهما البعض . وتقوم الطريقة الأولى على بداية الباحث فى التعامل مع مشكلته البحثية من خلال تخمينات Postulates بسيطة جدا يتدرج بعدها للتعقيد خطوة بعد الأخرى من خلال اقترابه من وتعرفه على الواقع ، وهذا ما فعله فون تنن (١٨٧٥) فى نموذجه لاستخدامات الأراضى فى الولاية المنعزلة عندما افترض وجود مدينة واحدة وسهل مستوى ووسيلة نقل واحدة ، وكل هذا تبسيط للواقع لكى يصل من خلاله إلى التدرج البسيط فى قيم الايجارات ويعين بعدها "حلقات" استخدامات الأرض المتتابعة . غير أنه جعل الصورة تضطرب عندما أدخل التباين فى أنواع التربات والأسواق البديلة ووسائل النقل المختلفة فمع ادخال كل هذه الاعتبارات اختفت الصورة المنتظمة الأولى وصارت استخدامات الأرض كقطع الفسيفساء على النحو الذى نعرفه عن خرائط استخدامات الأرض ومع ذلك فقد أدى نموذج فون تنن دوره فى توضيح خصائص معينة لأستخدامات الأرض اقتصاديا.

أما الطريقة الثانية فتقوم على "الهبوط" إلى أسفل نحو الواقع من خلال وضع مجموعة من "التعميمات" المبسطة ، وهو المنهج الذى استعمله "تاف" فى نموذجه عن تطور الطرق عندما بدأ بدراسة واقعية وتفصيلية لتطور الطرق فى غانا أثناء فترة الاستغلال الاستعمارى لأراضيها تعرف من خلالها على المراحل المتتابعة لهذا التطور، ففى البداية نشأت مجموعة من النقاط التجارية الساحلية المتناثرة انتهت فى آخر الأمر بصورة مختلفة ارتبطت من خلالها المراكز ذات الأولوية بشبكة متصلة مرورا بمراحل معينة ، وهذا التتابع للنمط "الغانى" تكرر فى مراحله الأربع فى دول نامية أخرى فى غرب افريقيا (نيجيريا) وشرقها وماليزيا والبرازيل .

على أن الملاحظ فى حالة بناء النماذج أنها ليست فى كل الحالات ابنة الجغرافيا فقد جاء بعضها بالاستعانة بأفكار علوم أخرى ذات علاقة بالجغرافيا مثل الطبيعة مثلما قام به تزيف (١٩٤٩) من تحويل قانون نيوتن للجاذبية بين الأجسام

حسب كتلتها لقاعدة تطبق فى العلاقات بين مراكز العمـران بحيث تتناسب طبيعة العلاقة مع حجم المراكز والمسافة ، وهناك أمثلة عديدة على ذلك مثلما قدمه ستوفر عن الفرص البديلة وأهميتها فى الحركة بين أى نقطتين .

أهمية النماذج فى الدراسات الجغرافية :-

تعتبر كل النماذج المبنية حتى الآن فى الجغرافيا بمجرد توقعات متعجلة وغير ناضجة لتصوير الواقع فالاستثناءات كثيرة بل من السـهل رفض كثير من حقائقها بدلا من الدفاع عن حديتها ومن ثم نسأل أنفسنا لماذا نهتـم كثيرا ببنائها بـدلا من الاتجاه لدراسة الحقائق فى الجغرافيا البشرية . تكمن الاجابة فى حتمية واقتصاديات وتخمينات بناء النماذج على النحو التالى :

١- لايوجد خط فاصل واضح بين "الحقائق" "والمعتقدات" Beliefs فهذه الأخيرة تظل تحتمل الصحة والخطأ بدرجات ومـن ثـم تحاول النمـاذج اختبار درجة صدق المعتقدات ومدى إنسحابها فى الواقع وصياغتها فى صورة نظريات أو قوانين او معادلات وهذا يؤكد حتمية بناء النماذج .

٢- تسمح النماذج بصياغة المعلومات العامة فى صورة مختزلة وذلك مثل قواعد اللغة ، فقد يرى البعض أن لها استثناءات ولكنها أساسية لتعلمها فهى اذن وسيلة معاونة فى التدريس على نحو ما أشار إليه تشورلى وهاجيت .

٣- تساعد النماذج فى تطوير وتنمية ميادين الدراسة الجغرافية فمن خلال تعميماتها تستنبط النتائج أو القواعد والقوانين التى تختبر فى الحقول المختلفة والأقاليم الجغرافية المتباينة ويذكى ذلك كله من أدبيات العلم .

وخلاصة القول أنه طالما كان الهدف من البحث العلمى التعرف على مايجرى فى العالم المحيط على نحو دقيق فالنماذج هى الترجمة التصويرية للنظريات والنتيجة المنطقية للأبحاث التى تقدم حلولا للمشاكل وتأكيدا لمدى واقعية الفروض الموضوعية ثم أنها تستخدم فى ترقع ما سيحدث مستقبلا .

ولما كانت الجغرافيا تهتم برصد الحقائق القائمة فى الواقع وتتناول ظاهرات كثيرة ومتنوعة فى أقاليم عديدة لذا كان التركيز على توزيع بعض منها والذى نشعر

أنه يختلف مكانيا ولاشك "أن النماذج بأنواعها يمكن أن تقدم تصويرا واضحا لهذه الظاهرات فهى توضع فى ظل فروض معينة وعند اختبار انطباقها فى الواقع يمكن أن تقود لتحقيق الأهداف العلمية من ورائها .

وعلى أية حال يعد النموذج تمثيلا مجسدا لنظرية ولذا فلابد أن يرتكز على أركانها الثلاثة التى تؤلف بنيتها الفروض والبراهين المنطقية والنتائج فإذا وضعنا نموذجا اقتصاديا لمدينة الاسكندرية مثلا فلا بد أن يشتمل على معادلات رياضية ورسوم بيانية وخرائط ودياجرامات أما إذا كان النموذج لمدينة بترولية مثلا فيضم أمثلة لمعامل التكرير ومحطات التجميع وخطوط الأنابيب والطرق السريعة التى تربطها بمراكز الخدمات وتسمى هذه بالنماذج الشاملة أو المركبة .

غير أن أغلبية النماذج ما هى إلا تعبير عن علاقة بسيطة بين متغيرين مثل عدد مرات تردد مجموعة سكانية على مركز تجارى معين ومدى بعد سكنهم عنه . فى هذه الحالة تمثل العلاقة على محورين أفقى ورأسى على شكل مجموعة من النقاط وتفسر طبيعة العلاقة القائمة بعد ذلك فإذا رسم خط يصل بين النقط يمكن من خلاله وضع صيغة رياضية للعلاقة القائمة فيشار لعدد الرحلات بالرمز (س) وتوضع على المحور الرأسى والمسافة بالرمز (ف) وتوضع على المحور الأفقى فتكون الصيغة :

$$س = أ^{ف - ١}$$

حيث تكون أ عبارة عن عدد الرحلات ابتداء من نقطة الأصل ، ف - ١ هى المعدل الذى تنتهى بمقتضاه الرحلات مقترنا بالمسافة ومن ثم فنموذجنا يتلخص فى أن عدد الرحلات يتناقص بمعدل يبلغ $\frac{١}{ف}$ أو $\frac{١}{٢}$ ، $\frac{١}{٣}$ ، $\frac{١}{٤}$ عندما تكون المسافة وحدتين وثلاثة وأربعة .... إلخ .

وهناك مفاهيم أساسية يجب الأتفاق عليها فى الجغرافيا قبل الشروع فى استخدام النماذج لادراك العلاقات المكانية منها المقصود بالعلاقة هل هى علاقة سبب - نتيجة تعكس تفاعلات ؟ أو علاقة خطية Linear ؟ أو غير خطية ؟ هل

هى علاقة حقيقية أو زائفة (مجرد صدفة بحتة) لظاهرتين فى نفس المكان أم مكانين مختلفين ؟

أنواع النماذج :

قسمت النماذج إلى ثلاثة أنواع الأول مماثل للواقع Iconic والثانى المشابه Analogue والثالث الرمزى Symbolic وكل نمط منها يمثل مرحلة أكثر تطورا من سابقه .

فالنموذج المماثل يمثل الخصائص بمقاييس مختلفة أما المشابه فيقدم علاقة خاصية بخاصية أخرى أما الرمزى فيمثل الخصائص من خلال الرمز لها . وربما كان أبسط ما يقدم كمثال هنا هو نظام الطرق فى إقليم فالصورة الجوية تعتبر أول مراحل النماذج (النموذج المماثل أو الأيقونى) لأنها تنقل الموجود فعلا أما الخرائط التى توقع عليها خطوط النقل بسمك مختلف وألوان متباينة فهى بمثابة نموذج مشابه . وعند صياغة العلاقات القائمة فى صورة رياضية وحساب كثافات الطرق فتنتقل إلى النوع الثالث من النماذج (الرمزى) وفى كل مرحلة من هذه المراحل نفتقد معلومات ويصبح النموذج مختزلا أكثر ولكنه أكثر عمومية .

وقد تصنف النماذج فى ثلاث مجموعات أخرى هى النماذج الرياضية والتجريبية والطبيعية Mathematical, Experimental and Natural ويمثل ما قدمه ايزارد Isard فى معادلته حول مدخلات المسافة (عام ١٩٥٦) أو معادلة بكمان Beckmann عن الاستمرارية Equation of Continuity (عام ١٩٥٢) عندما درسا الملامح المميزة للنظام القائم وأحلا محل هذه الملامح رموزا تجم عنها إضافات رياضية صورة للنماذج الرياضية.

ويعتبر ما قدمه هوتلنج Hotelling عن محاكاة نموذج التدفق الحرارى فى الطبيعة عند دراسة حركة المهاجرين فى وضع نظرية حول هذه الحركة ، ونظرية ويبر Weber فى توطن الصناعة واستخدامها للمعايير النسبية (١٩٠٩) التى طبقت فيها فكرة دوران (بكرات) الآلات الصناعية فى مجال التوطن كلها تعد من قبيل النماذج التجريبية .

أما النماذج الطبيعية فخير مثال لها ما قدمه جاريسون Garrison من تشبيه نمو المدينة بنمو الغطاء الثلجي أو القلنسوة الجليدية Ice-Cap.

أما تشورلى فقد قسم النماذج إلى نوعين في بادىء الأمر (عام ١٩٦٤) الإجرائية أو المنهجية التجريبية Procedural ورياضية ثم عاد لتقسيمها عام ١٩٦٧ بشكل مختلف فى ثلاث مجموعات رئيسية هي :

أولا : النماذج الطبيعية المشابهة التى ترصد أوضاعا متشابهة زمنا ومكانا وقد تكون تاريخية أو جغرافية .

ثانيا : النماذج الفيزيقية (فى العلوم التجريبية) وتشمل النموذج الواقعى Hardware أما بمقياس أو مشابه ثم النموذج الرياضى وهو إما حتمى أو إجمالى ثم التعميم التجريبى Experimental Design.

ثالثا : النموذج العام (استخدامات الأرض مثلا) وهو إما تجميعى Synthetic أو تجزيئى Partial أو نموذج الصندوق الأسود Black box الذى لانعرف شيئا عما يجرى بداخله ولكن نحاول استخلاص النتائج من الوضع القائم .

ومن حيث مدى التغير تصنف النماذج إلى نوعين هما النماذج الثابتة والديناميكية وربما كانت الخرائط خير أمثلة للنوع الأول .

والمشكلة فى كل هذه الحالات هى ترجمة الظروف المدروسة إلى صورة أكثر بساطة يسهل التعامل معها وتحل محل الواقع ويمكن التحكم فيها وقياسها ولذا فالنماذج تمثل شكلا نموذجيا لأجزاء من النظم طالما أن هذه النظم تقدم جزئية صغيرة مستقلة من عالم الواقع .

مشكلات استخدام النماذج :

هناك صعوبات عديدة تتعلق بتوظيف النماذج منها الاختلافات الكبيرة فى أنواعها وصلاحية النموذج الواحد لغرض واحد فقط لا لعدة أغراض وكيفية تطور الوظائف المحتملة للنموذج ومدى ملاءمة نموذج معين لوظيفة محددة وضعت سلفا .

وقد تقع بعض الأخطاء عند تطبيق النماذج على أوضاع غير ملائمة ويشهد تاريخ التفكير الاقتصادى على مئات التطبيقات للنماذج غير الموفقة فى حل المشكلات ولاتخرج الجغرافيا كعلم عن مثل هذه الأخطاء .

ويقابل استخدام النماذج مشاكل من نوعين منطقية Logical ومنهجية Procedural فمن الناحية المنطقية يرتبط النموذج بشئ محدد فتقول نموذج لـ س ليشير إلى مجموعة من الفروض والسمات التى تعبر عن أو تصف أشياء مادية ، وتتفق النظرية مع النموذج فى هذا الأمر ولكنه يختلف عنها فى كونه ذو طبيعة بنائية معبرة عن الواقع أو مقربة له ولذا يمكن بناء نماذج عدة تعبر عن نظرية واحدة ؛

وعلى سبيل المثال فقد اقترح نيوتن نظامه ولكننا الآن نستطيع الحديث عن النموذج النيوتونى طالما عرفنا أن قانون نيوتن الذى اقترحه تحول إلى صورة بنائية داخله فى نظام أكثر تعقيدا . (قانون الجاذبية يدخل فى نظام أوسع مداه يشمل الكون بأسره) . غير أن الوضع يختلف فى العلوم الاجتماعية حيث يصعب وضع نظريات تنطبق فى كل الحالات ومن ثم ينظر للنموذج كوسيلة مؤقته لتبسيط الواقع وسهولة فهمه، وعلى سبيل المثال لاتوجد نظرية متكاملة عن التوازن الاقليمى فى الأنشطة الاقتصادية ولذا يستعمل نموذج المدخلات - المخرجات أو البرمجة الخطية Linear Programming للآستعاضه بها عن النظرية .

والحل فى مثل هذه الحالات يكمن فى اللجوء إلى النماذج الشبيهة بتحويل أحد النماذج أو النظريات إلى نموذج أو نظرية أخرى ، وقد قسمت هذه الحالات إلى نمطين إيجابى تكون فيه الخصائص الطبيعية أو العناصر المشابهة مماثلة إلى حد كبير للأصل وسلبى تختلف فيه هذه العناصر بصورة ما .

أما المشاكل المنهجية فتبدو فى طريقة تقديم النموذج التى تكون إما تجريبية من خلال ملاحظة عدد من صور عدم الانتظام واستخراجها ووضع نظرية لتفسيرها ثم بناء نموذج لتبسيطها الأمر الذى يعين فى الاستنباط وتسهيل العمليات الحسابية والنموذج فى هذه الحالة أما معبر عن النظرية كلية أو مشابه لها بشكل ما ويسمى بالنموذج المسبق Post Priori ومن ميزاته سهولة رصد العلاقات واختبار مصداقية

الأساليب المستخدمة ، وكلما كانت السيطرة أقل على العلاقة بينه وبين النظرية أصبحنا أقل قدرة على الحكم عن مدى السهولة فى تحويل نتيجة النموذج إلى نظرية واختبار نجاحه فى محاكاتها .

أما النموذج الأساسى Priori فيستمد من عمليات حسابية واقعية أضاف من خلالها الباحث إضافات جديدة ومحددة من خلال معالجته لعدد من المشاكل التجريبية فى مجال متباين وغالباً ما يكون الأكثر شيوعا .

والخلاصة أنه طالما كانت وظائف النماذج هى التمهيد للنظرية بتصويرها الواقع وتبسيطه وتيسير التعامل مع الحقائق بتبسيطها عند غياب النظرية ففى كلتا الحالتين تبرز مشكلات منهجية ففى الحالة الأولى يكون التساؤل هل النموذج مطابق أو مشابه للنظرية ؟ وفى الحالة الثانية هل يعتمد على النموذج فى الإسقاط المستقبلى ؟ ولذا فهذه النماذج مشكوك فيها .

ومرة أخرى يعد غياب النظرية فى العلوم الاجتماعية عامة والجغرافية خاصة سببا سيؤدى إلى صعوبات فى تحديد النموذج تتمثل فى :-

أ- نماذج المبالغة فى التحديد Over identified مثل استعمال نموذج الانحدار فى إفتراض وجود علاقة ارتباطية فقد تكون هذه العلاقة عفوية وليست سببيه .

ب- نماذج غير محددة Unidentified مثل نموذج الرتبة - الحجم .

جـ- النماذج المحددة وهى المرغوب فيها ولكنها غير شائعة فى الجغرافيا .

وما يجب على الباحث مراعاته عند توظيف النماذج عدة اعتبارات هى :-

١- تحديد وظيفة النموذج المقترح بوضوح هل يمثل نظرية ؟ يقترحها ؟ يتوقع بيانات معينة فى ظل غياب النظرية ؟

٢- ألا تتغير وظيفة النموذج المحددة عند تصميم بحث معين .

٣- ربط النموذج الممثل لنظرية ما بهذه النظرية فقط دون سواها .

٤- يجب إعادة بناء النماذج غير المحددة أو المبالغ فى تحديدها فى محاولة لتعيينها جيدا وإلا فالبديل هو العودة لتفسيرات نظرية .

٥- لاتستخلص نتائج من النماذج بصورة مباشرة تتعلق بالنظرية إذا لم :

أ- يربط النموذج بنظرية .

ب- يتحدد ميدان أو مجال النموذج وطبيعة علاقته بنظرية ما .

٦- يتوقف قبول النتائج المستخلصية من نموذج ما على مدى تمثيل النموذج لنظرية محددة .

٧- يجب العناية الشديدة بوضع النماذج فى البحوث مستقبلا .

وتبدو معظم النماذج التى وضعت عن النظم الحضرية والإقليمية فى البلدان النامية غير مرضية بسبب اعتمادها على الإحصائيات الرسمية المشكوك فى صحتها ودقتها وعلى استنباط العلاقات النظرية المستمدة من أوضاع الدول المتقدمة وليس من أوضاع الدول النامية ذاتها ومن ثم ينصح الباحثون فى هذه الدول باستخدام منهج المحاكاة الديناميكى System Dynamics Simulation Approah وهذا يساعد بلاشك فى فهم دور النماذج .

تطبيقات النماذج فى الجغرافيا :-

هناك تشابه واضح بين إنشاء الخريطة ووضع نظرية حيث تتطلب الخريطة قواعد محددة معروفة للجغرافيين والكارتوجرافيين منها عدم تغيير مدلول الرموز من مكان إلى آخر ومعرفة ما الذى ستمثله الخريطة والخطوط والألوان والعلامات والرموز فهى إذن بمثابة عملية رياضية غير مشروحة أو فلنقل "نظرية بدون نص"، ويعتمد تفسير الخريطة على وضع مفتاح لها يقدم لك معانى الرموز الموقعة عليها، ولابد من وجود مقياس وحدود وموقع ومسقط وتوجيه نستطيع من خلالها تحديد مجالها Domain . ويتكرر نفس الشئ فى النظرية فلابد من وجود نص كامل ودقيق الصياغة لما تريد النظرية تقديمه وأى نقص معناه قصور فيها ، ويمكن إستخدام الخريطة فى نفس الأغراض التى ترمى إليها النظرية مثل الحصول على معلومات أو إظهار العلاقات أو توقع أشياء ومن ثم نخرج منها بعدة نماذج مثل العلاقة بين مجارى الأنهار وخطوط الكنتور أو شبكات النقل والانحدارات وتوضع تلك فى صورة "اسكتشات" كل منها يمثل نموذجا لـ س . وقد نستمد من الخريطة معادلات رياضية أو نحصل على تحليل للاتجاه السطحى من خلال دراسة خطوط الكنتور أو ندرس

نمط توزيع نقاط معينة باستخدام طريقة أقرب جار وفى كل هذه الحالات تترجم المعلومات من الخريطة وتحول لنموذج مشابه .

غير أن الاختلاف واضح بين إعداد الخريطة (رسمها) وبين الاستفادة منها بعد اكتمالها فالقواعد المتبعة فى الحالة الأولى محددة والمعلومات مستمدة من الواقع مباشرة وعند الرسم تتبع أساليب معينة ولكن عند إجراء المسح تستخدم طرق عديدة، وتكمن الخطورة هنا حيث تتوقف أهمية وقيمة النتائج المستخلصة من الخريطة أو النظرية على الوسائل المتبعة فى جمع المعلومات ورصدها من الواقع .

وفى غياب المعلومات الواقعية يضطر معد الخريطة إلى وضع مجموعة فروض مسبقة عند رسمها مثلما كان الحال فى خرائط العصور الوسطى عندما افترض الرسامون شكلا معينا للأرض رسمت بمقتضاه الخرائط وتحددت على أساسها المسافة والطريق الذى يصل بنا إلى بيت المقدس فالمقدرة للوصول لبيت المقدس جاءت من خلال نماذج وضعت طبقا لتصور محدد.

فاستخدام النماذج إذن يتعلق بثلاثة أشياء أساسية فى الجغرافيا لابد منها فى أى بحث علمى لموضوع ماهى :-

١- تحديد الهدف أو الغرض .

٢- الشكل أو الصورة .

٣- الاستراتيجية .

ومن حيث الغرض يجب التمييز بين غرض الجملة الخبرية وشكلها فى الأبحاث الجغرافية وهو أمر أدى إلى كثير من الخلط فى مناهج البحث وطرقه . فالغرض من التحليل الجغرافى ربما يكون فهم الحالات الخاصة أو الفردية مثلما يكون لدينا خريطة للطرق فى المنطقة نرمى من خلالها لتحديد او اختيار الطريق المفضل لاستخدامه من قبل السكان فهذا لايعنى أن أية خريطة أو نظرية توضع من أجل حالات فردية فقط كما أنه لايشير فى نفس الوقت إلى أن الأسس التى تبنى عليها الخريطة أو النظرية متغيرة من حالة لأخرى . فعلى الرغم من عناية الجغرافيا بدراسة الحالات الخاصة إلا أن ذلك لايمثل قيدا عليها فى وضع قواعد أو قوانين عامة .

أما من حيث الشكل فقد ظلت المعارف الجغرافية لوقت طويل معتمدة على دراسة الحالات الفردية وهذه بالطبع لاتلائم الدراسات العلمية الساعية لبناء نظريات أو وضع قواعد عامة ، وحتى فى تلك الحالات التى أنصب عليها الإهتمام فيها على دراسة الحالات ذكر هارتسهورن أننا يجب أن نخلص لقواعد أو تفسيرات خاصة فى الجغرافيا وهذه مقولة غير صحيحة فالبحث العلمى غالبا يبدأ بالخاص لاستخلاص العام منه فلا يمكن رسم خريطة دون معرفة القواعد التى تحكم إعدادها .

وفى مجال الاستراتيجية أكد تشورلى وهاجيت على أهمية تحول الجغرافيا من استراتيجية الرصد والتصنيف إلى محاولة صياغة القواعد والنظريات ، ولن يتأتى ذلك فى نظرهم سوى من خلال وضع نماذج واقعية ذات طبيعة مستجدة ومختلفة عما سبق لأنها تساعد فى تصور الأحوال المستقبلية حتى فى غياب النظرية أو إجراء توقعات للظاهرة نفسها فى مكان آخر .

ويضاف إلى ماسبق أن النماذج تعطى مؤشرات لمصداقية نظرية ملائمة لفروض معينة أو لتعديلات فى نظرية غير مكتملة قائمة حاليا . غير أن التعامل مع النظريات من خلال النماذج يحمل فى طياته أخطارا على نحو ما أشير إليه من قبل. ومن ثم يجب التأكيد على استراتيجية وضع النظريات بالاعتماد على الأرقام وتوظيف العمليات الحسابية والمعادلات الرياضية .

ومن أمثلة النماذج فى الدراسات الجغرافية ما وضعه فون تنن عن الولاية المنعزلة وروستو للتنمية الاقتصادية وتاف لتطور شبكات النقل فى البلاد النامية وإيزارد ولوش عن التوطن الصناعى وكريستلر عن المواقع المركزية لأداء الخدمات وتسلسلها وهاجر ستراند عن تحركات السكان فى موجات .

- النظم معناها واستخداماتها :

تمثلت الاتجاهات الجديدة فى الجغرافيا فى معالجة موضوعات مثل :-

١- التحليلات المكانية .

٢- جغرافية الحضر النظرية .

٣- تنمية الموارد والمحافظة عليها .

٤- إساءة إستغلال البيئة وتلوثها .

٥- تنمية العالم الثالث .

وفى رأى فيتزجرالد أن استخدام الأساليب الأحصائيـة كـان بمثابة المطرقة التى كسرت لب الجغرافيا ذاته ، ولاشك أن المغالاة فى توظيف هذه الأساليب جعل هذه الانتقادات تحمل فى طياتها بعض الحقيقة ، وخصوصا عندما يركز البعض على المعـادلات الرياضيـة والطرق الاحصائيـة لذاتهـا ، كمـا أن كثيرا مـن الجغرافيين لم يحصلوا على قدر كاف من الأسس الرياضية والاحصائيـة ، ومـن ثـم فـالقليل الـذى يعرفونه عندما يستخدم يثير اعتراضات شاملة .

وعلى كـل حـال فطالما كـانت الجغرافيـا تعمـل مـن أجـل تفسير أشـكال التوزيعات على سطح الأرض فقد لخص هارفى D., Harvey ذلك فى :-

أ- الوصف التجميعى Congnitive Description ويرمـى لجمـع وترتيب وتصنيف البيانات التى تعالج ظاهرة معينة فى منطقة محددة مثل المناخ فى منطقة ما .

ب- التحليل المورفومترى الذى يدرس شكل وتكوين الأنماط الجغرافية مثل تحليل شبكات النقل ، وقد صار هذا جزءا مهما فى الدراسات الجغرافية.

جـ- تحليلات السبب - التأثير والتى كانت منهجـا سـائدا فـى القـرن ١٩ مـن خلال البحث عن دور العوامل الجغرافية الكامنة فى حدوث ظاهرة ما .

د- التفسيرات التاريخية لأنماط من الظاهرات Temporal Modes of Explanation.

وتركز على الأسباب المؤثرة على ما حدث من ظاهرات خلال فـترة زمنيـة طويلة وما ترتب على ذلك من نتائج .

هـ- التحليلات الوظيفية والايكولوجية وتقوم بتحديد دور ظاهرة معينة فى إطار هيكل مكانى متكامل مثل تحليل المدن من حيث دورها الاقتصادى .

و- تحليل النظم ويستكشف دور البنية العامـة للمجتمـع وعلاقتهـا بظـاهرة معينـة مثل التنمية الحضرية ودورها فى التلوث.

وفيما بعد الحرب العالمية الثانية ظهرت اتجاهات جديدة فى الجغرافيـا ترمـى لاصـلاح مـا أفسـدته الحـرب مـن خـلال الأبحـاث التطبيقيـة التـى تسـتمد تخميناتهـا

وتوقعاتها من بيانات محددة وتستند لنظرية واضحة واتجهت الدراسات الاجتماعية لتنويع أصولها ، ودفع الكمبيوتر الثورة الكمية ودعمت الحكومات الدراسات المتعلقة بالتخطيط واتخاذ القرار .

ومن ثم يمكن القول أن مدرسة جديدة بزغت في الستينات اختارت لنفسها اتجاها جديدا يعتمد على المناهج النظرية مؤكدا على الطبيعة المستقلة للبحث وموظفا الرياضيات ، وعنيت الجغرافيا الاقتصادية وجغرافية الحضر والنقل فى الولايات المتحدة بصفة خاصة بدراسات الموقع فى محاولة لتطويرها ومراجعتها واختبار مصداقية نظرياتها ولاشك أن ذلك معناه استخلاص المفاهيم الخاصة بالتوزيع المكانى والعلاقات المكانية استنادا للدراسات التطبيقية ، ومع تزايد دور الحكومة فى تطوير النظم المكانية وتركيزها على محاولات التغلب على التباينات الاجتماعية والمكانية ، والتزايد المستمر فى إدراك أهمية المحافظة على المستويات البيئية كل هذا جعل ميدان الجغرافيا يتسع للاسهام فى تحليل وحل عدد كبير من المشكلات التى تحظى بالاهتمام العام، وكانت نتيجة هذا كله فى نهاية المطاف العناية بمبدأ اتخاذ القرار ودوره فى الظاهرات الجغرافية بل ظهرت كتب فى الولايات المتحدة تعنى بذلك ودفعت لبزوغ الجغرافيا السلوكية .

وفى السنوات الأخيرة ظهر اتجاه جديد يرتكز على :-

١- توضيح طبيعة المفاهيم المكانية والمبادئ والأسس التى تطورت فى فروع الجغرافيا المختلفة .

٢- التأكيد على تفاعل الظاهرات الاقتصادية والحضرية والمتعلقة بنظم النقل القائمة فى تكوين النظم الإقليمية وعلاقتها ، والتأكيد على دور الإنسان فى تحويل الموارد بشكل يتفق مع ظروف المكان .

وقد جاءت هذه المحاولات من تطبيق نظرية النظم فى الجغرافيا ، وأهم ما قدم فى هذا الميدان هى نظرية النظام العام المدعمة بطرق التحليل المكانى ، والسؤال بالطبع هنا هو ما معنى النظم ؟ وما هى وجهات النظر أو الأسس التى تقوم عليها نظريات النظم ؟

يعرف النظام بأنه تكوين يتألف من مجموعة أجزاء معتمدة بعضها على بعض ومتفاعلة فى نفس الوقت وتنفصل عن بيئتها المحيطة بحدود أو فواصل يمكن تعيينها . والنظم الواقعية يمكن رؤيتها مباشرة مثل النظم النهرية . أما النظم التجريدية Conceptual فهى مستخلصة من الواقع لتبسيط وتوضيح العناصر الأساسية لبنية ظاهرة ما أو لتحديد علاقة من نوع معين بين عدد من المتغيرات الهامة وتفصل حدود النظام فى هذه الحالة بين العناصر التى يتكون منها النظام ذاته والمتغيرات الخارجية والداخلية المؤثرة فيه من ناحية ثانية .

وقد لاتكون الحدود المكانية للظاهرة ذات الشخصية المتميزة واضحة أحيانا فى الأنظمة الواقعية وعلى سبيل المثال يصعب تعيين الحدود المكانية لخلية أو لكائن حى أو لسكان منطقة كما أن حدود كل وحدة من تلك فى حالة تفاعل مستمر مع بيئتها المحيطة بها ، وبسبب هذا الانفتاح جاء التأكيد على استخدام منهج النظم العامة بدلا من تحديد نظم خاصة .

وعلى سبيل المثال يصعب وضع حد لحركة السكان اليومية فى مجمعة مدنية كبرى لنقول أن مجموع الأفراد لن يخرجوا عنها لأن الوحدات فى هذه الحالة تتفاعل باستمرار مع بيئتها المحيطة بها وبسبب هذا الانفتاح جاء التأكيد على ما يعرف بمنهج النظم العامة General Systems Approach بدلا من تحديد نظم خاصة .

وتكشف دراسة النظم عن وجود مبادئ أساسية أرسيت وقوانين عامة صيغت لتنسحب عليها جميعا ، وتحديد وصياغة هذه المبادئ والقوانين هو الهدف الأساسى للجغرافى ليوضح من خلاله التنظيم Organization والتفاعل Interaction والتسلسل والنمو سواء كان ذلك فى المواقع أو استخدامات الأرض أو النقل والتجارة .

التنظيم المكانى :-

يعامل الجغرافيون العالم بأسره كتنظيم Organization فى نظرياتهم التى تعالج استخدامات الأرض والمواقع والنقل والتجارة . وفى دراسة التخصصات الحضرية والاقليمية تتجه عنايتهم للتفاعلات Interactions وتسلسلها وتراتب

المواقع ، ولذا تعتبر التسلسلات أهم ركائز عمليات التنظيم المكانى ، وهذا ما أكده هاجيت منذ عام ١٩٦٥ عندما اقترح تأثر شخصية المكان وخصائصه بصورة مباشرة بحجم وطبيعة علاقاته المتداخلة مع غيره من الأقاليم ، ومن ثم تبرز أهمية العقدية nodality وإمكانية الوصول Accessibility والموقع Position، كعناصر أساسية ، وربما تكون أوضح الأمثلة على ذلك مواقع الموارد الطبيعية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى ، كما أن المناخ الجيد يحفز لاستقطاب أنشطة اقتصادية معينة فى مجال الانتاج والاستثمار ثم يتلوها المهاجرون وقيام مراكز العمران ويتلو ذلك الآثار العديدة للتفاعلات مع الأقاليم الأخرى .

ليست هناك إذن علاقة بسيطة ومباشرة ذات اتجاه واحد بين جغرافية التوزيع والتفاعلات ، ومن ثم فالبنية أو الهيكل المكانى والسلوك المكانى أمران لايمكن فصلهما حيث يتفاعل كل منهما مع الآخر ، وفوق هذا تشمل عملية التسلسل أيضا المجالات الجغرافية حيث تبدأ من المجموعات الصغيرة سكانا فى الأقاليم المحدودة لتصل إلى الانتاج العالمى من السلع وتجارتها واستهلاكها فى أنماط متتابعة من التنظيم الأقليمى والتفاعلات المكانية ، فالهيراركية لابد من فصلها والتعامل معها كمفهوم أساسى لوضع النظام وتفاعلاته .

ويتعلق بالهيراركية فكرة المجالات Thresholds أى الحد الأدنى حجما ومقياسا لتنظيم معين والذى يكون ضروريا ليمارس من خلاله وظيفة معينة أو ليؤدى عملية محددة ، فالنظم إذن تؤدى عددا من الوظائف انطلاقا من مجالات متباينة بحيث تبدأ من الوظائف الأدنى مرتبة التى تنطلق من الأقاليم الصغيرة حدا لتنتهى بالوظائف العليا ذات المجالات الأكبر والتى تخدم أقاليم أوسع . وربما تكون تجارة التجزئة ومجالاتها أهم ميادين النظم المكانية فى الجغرافيا الاقتصادية وجغرافية العمران حيث أصبحت نظرية المواقع المركزية التى تزود من خلالها المدن الكبيرة والصغيرة أقاليمها بالسلع ، من أهم نظريات الموقع فى الجغرافيا .

ففى كل النظم المقترحة تحدث عمليات نمو تراكمية يتلوها تباطؤ بعد ذلك، وفى الحالة الأولى يحدث النمو التراكمى بسبب مزايا الحجم واقتصادياته ، وغالبا ما

تنشأ فى النظام المفتوح الأنشطة الاقتصادية فى الأماكن ذات المزايا النسبية من وجهة النظر البيئية . كما يعتمد نمو النظام أيضا على طبيعة العلاقات بين مكوناته ومن ثم فنسبة اسهام كل مكون فى النظام ككل مسألة مهمة جدا لاستمراره وفعاليته . والملاحظ أن الجغرافيين لم يقوموا بإعداد أبحاث ذات أهمية حول اسهام المكونات المختلفة فى النظم والمعروفة باسم Allometries وبالتالى تحديد مدى التوازن بين هذه المكونات بشكل يسمح بقيام نظام ما ويضمن استمراره .

ولما كانت الجغرافيا تعمل على الفهم الدقيق لكيفية عمل النظم المكانية وذلك من خلال اهتمامها باستغلال الموارد وتحديد المواقع وتنميط الأماكن ونمو أقاليم معينة ، فالهدف الذى يعمل من أجله منظرو الموقع هو بناء نماذج مكانية مستخدمين عددا محدودا من المتغيرات تعينهم فى تفسير التوزيعات المكانية وتفاعلاتها من خلال الاتصال ومن ثم تحديد الاختلافات الاقليمية فى النمو والتنمية.

وعلى الرغم من عدم تطور النماذج الجغرافية بصورة ناضجة مثلما حدث فى علم الاقتصاد مثلا إلا أن هناك مؤشرات إلى اتجاه الجغرافيا لتوظيف مناهج نظرية - كمية تربط بين التوزيع والتفاعل والاختلافات من خلال نماذج مستمدة من نظرية الموقع .

توظيف النظم والنظريات :

لقد عاد الجغرافيون بعد الحرب العالمية الثانية لنظرياتهم التقليدية (فون تنن وويبر وكريستلر ولوش) لإضفاء قيمة متزايدة على أبحاثهم تتجه بها نحو التطبيق ، وساعدهم فى ذلك - كما سبقت الإشارة - توجه العلوم الاجتماعية عامة لتنويع أصولها بصورة كبيرة ، ودفع الحاسب الآلى الثورة الكمية للأمام ، ودعم الحكومات الأبحاث المتعلقة بالتخطيط واتخاذ القرارات ، وعنى اقتصادى مشهور هو والترايزارد Walter Isard بالعلاقة بين الجغرافيا والاقتصاد فخرج بعلم جديد هو العلم الأقليمى Regional Science وصارت أعمال الجغرافيين بسبب انجازاته ذات طبيعة تحليلية ومن ثم يمكن القول أنه أسهم فى تأسيس المدرسة الجديدة فى البحث

الجغرافى والتى أختارت لنفسها اتجاها يعتمد على المناهج التنظيرية مؤكدة على السمة الأحادية Nomothetic للبحث وموظفة الرياضيات والاحصاء .

وفى السنوات الأخيرة ركزت الجغرافيا على توضيح شخصية المفاهيم المكانية والمبادئ أو الأسس التى تعتمد عليها الفروع المتخصصة فى العلم مبينة مدى تفاعل الظاهرات الطبيعية والبشرية ، والاقتصادية والحضرية مع نظم النقل فى إطار النظم الاقليمية المتفاعلة مع بعضها والممثلة للجانب المادى الذى توصل إليه الانسان بتحويله للموارد واستغلاله لها بما يتفق مع المكان .

ويمكن تحديد المجالات الرئيسية لتطبيق النماذج والنظم فى الدراسات الجغرافية من خلال العناية بالعناصر التالية :

١- المواقع Locations .

٢- التدفقات Flows

٣- التفاعلات Interactions

٤- الشبكات Networks

٥- المجالات والأعباء السكانية Fields and Thresholds

٦- أنماط استغلال الموارد والأقاليم .

٧- النقاط البؤرية Nodes

٨- خطوط الحركة وقنواتها .

٩- مناطق التنظيم .

١٠- الاقتصاديات المكانية .

١١- أشكال الاختلافات المكانية فى مجالى النمو والتنمية .

١٢- أثر الإنسان فى التوازن البيئى .

والأمر المؤكد أن الجغرافيا البشرية بدأت تولى عناية خاصة بالأساس أو المنهج السلوكى الذى يبدأ بالمستوى الضرورى حيث يكون قرار الفرد وسلوكه مسئولا عن وجود النظم المكانية والتغيرات التى تحدث بها فالجغرافى الاقتصادى مثلا ينظر للإنسان كمنتج يأتى اسهامه من خلال عمله الذى يقدم به المنتجات والخدمات

ثم الدخل ، وكمستهلك له احتياجات تحددها قيمه الكامنة في حضارته وتترجمها لرغبات مادية وخدمية يحصل عليها بقدر الدخل الذى يتكسبه ومن مجموع هذه العناصر المختلفة تتكون نظم ذات مستويات فالفرد وسلوكه هو الركيزة الأساسية ولكن السلوك هنا سلوك متعلق بالمكان بصورة خاصة حتى لاتتداخل التخصصات بين الجغرافيا وعلم النفس .

وقد واجهت الجغرافيا فى معالجتها لهذه الموضوعات تناقضات متنوعة تتمثل فى العناية بالاهتمامات الفردية أم الجماعية ؟ والتركيز على النواحى الاقتصادية أو البيئة ؟ التوزيع المتساوى أو التركيز المكانى ؟ وهذا معناه وجود أشكال من التداخل بين مناهج البحث الجغرافى وموضوعاته ، فالمنهج الموضوعى لابد له من أساس مكانى لدرجة أن كثيرين عرفوا الجغرافيا الاقتصادية بالذات بأنها تعنى دراسة النمط المكانى ومواقع الأنشطة الاقتصادية وصارت نظرية المواقع المركزية فى جغرافية العمران مجالا لدراسة حركة السلع والخدمات وكذلك فكرة الهامشية التى قادت إلى نظريات المواقع الصناعية ، وفى نفس الوقت وظف تشيزولم نظرية فون تنن بتحليله لاستخدامات الأرض الريفية ومراكز الاستقرار فيه .

ولايمكن أن نفهم الوضع الأساسى لدولة من الدول إلا إذا عرفنا الأوضاع الاقتصادية ، وأى دولة تتدخل وتؤثر فى التوزيع المكانى لألوان النشاط الاقتصادى سواء داخل حدودها أو خارجها فى بعض الأحيان ومن هنا بدأ الاهتمام بتفسير النظم الاقتصادية فى إطار المكان ، ولكن الملاحظ أن التركيز كان على الأنماط المكانية الناشئة عن الطاقة المتدفقة فى النظام القائم والتعديلات المكانية التى تحدث فى تدفق هذه الطاقة أكثر من إظهار خصائص النظام والعمليات التى تحدث فيه .

وتعتبر تأثيرات المكان على التنمية الاقتصادية والبيئة واحدة من نقط التلاقى بين الجغرافيا والعلوم الاجتماعية من ناحية وبينها وبين العلوم البيئية من ناحية أخرى فمشكلات الدول الأشد فقرا حفزت الجغرافيين للبحث عن دراسات تطبيقية ترتكز على تحديد وتحليل مشكلات التنمية بين الدول وداخل الدولة الواحدة وخلال الجيل الحالى ولحساب الأجيال القادمة فيما يعرف بالتنمية المستدامة .



الفصل الخامس عشر

نماذج من التصنيفات الكمية فى الجغرافيا

١ - اختبار مربع كاى :

أولاً : اختبار عينة واحدة.

ثانياً : اختبار عينتين.

ثالثاً : اختبار ثلاث عينات أو أكثر.

٢ - تحليل التباين.

٣ - تحليل المكون الرئيسى :

أولاً : أهداف تحليل المكون الرئيسى.

ثانياً : تمثيل معامل الارتباط هندسياً.

ثالثاً : تحديد المكونات وحساب أعبائها.

رابعاً : حساب القيمة الدالة ودرجة الشيوع.

خامساً : تطبيق لتحليل المكون الرئيسى على بعض معايير التنمية فى محافظات الوجه القبلى.



الفصل الخامس عشر

نماذج من التصنيفات الكمية فى الجغرافيا

يستخدم الجغرافيون نماذج عديدة من الأساليب الكمية لقياس الإختلافات فى توزيع الظاهرات فعلياً ونظرياً أو لمعايرة درجات التباين بين المجموعات وداخل كل مجموعة وأحيانا لتحديد أولويات المتغيرات المؤثرة فى توزيع ظاهرة معينة مكانياً، ويقدم هذا الفصل تطبيقات لاستخدامات مربع كاى وتحليل التباين وتحليل المكون الرئيسى.

(١) اختبارات مربع كاى :

ويستعمل لمقارنة تصنيف فعلى بآخر متوقع ليحدد احتمالات الاختلاف الراجع للصدفة بين الاثنين، وقد وضع أساساً لاختبار العينات إلا أنه يطبق فى ظل شروط معينة لمعرفة مدى توافق تصنيف ما لظاهرة فى مكان معين بظاهرة اخرى أو لمدى تطابق تصنيف واحد فى مكانين مختلفين.

ولكن قبل الشروع فى تطبيق الاختبارات من هذا النوع يجب توخى الحذر لوجود مجموعة من الشروط لصحتها هى :

١ - صحة البيانات المستخدمة وتساوى مجموع قيم الأرقام الفعلية والمتوقعة.

٢ - أن نتائج الاختبار تكون مضللة إذا طبقت على فئات موزعة حسب النسب المئوية أو المعدلات المحددة لوجودها بمعنى أن خلايا الجداول ترتكز على الأرقام المطلقة فقط.

٣ - يجب أن يكون توزيع المفردات (القيم) المراد اختبارها توزيعا تبادليا قطعياً بحيث لا تقع أى مفردة منه فى أكثر من فئة.

٤ - الا تقل قيمة الأرقام المتوقعة فى عدد كبير من الفئات بصورة كبيرة، وعلى سبيل المثال إذا كان عدد الفئات أكثر من ٢ فيشترط ألا تقل ٢٠٪ من تكرارتها المتوقعة عن ٥، كما يجب الا تكون أى قيمة تكرارية منها تقل عن واحد صحيح. أما إذا كان عدد الفئات ٢ فالمفروض ان يزيد عدد قيمهما

المتوقعة عن ٥ أو يساوى الـ ٥ وعلى كل حال يمكن التغلب على بعض هذه الشروط بدمج بعض الفئات مع الأخرى على الا يخل ذلك بفرضيات البحث الموضوعة.

أولاً : اختبار عينة واحدة :

إذا فرض أن جيمورفولوجيا يجرى بحثا عن خصائص الرواسب الشاطئية من حيث علاقتها بالصخور السائدة فى منطقة بحثه ووجد أن هذه الصخور تتألف من الحجر الجيرى والجرانيت والصوان ووضع فرضية مؤداها أن هذه الصخور الثلاثة لا تسهم بنسب متساوية فى تكوينات حصى الشاطىء لأسباب خاصة فى نظره فى مثل هذه الحالة يكون لديه فرضين :

١ - فرض العدم أو السلبى يرى أن هناك نسباً متساوية من حصى الحجرى الجيرى والجرانيت والصوان توجد على الشاطىء.

٢ - الفرض الايجابى البديل ويرى إختلافا فى أعداد الحصى حسب أنواعا .

فإذا سحبت عينة عشوائية مؤلفة من ٦٠٠ حصاة ووجد أن ١٨٠منها من الحجر الجيرى١٨٦ من الجرانيت، ٢٣٤ من الصوان فهل تتوافق هذه الأعداد مع الفرضية السلبية؟ والمفروض فى هذه الحالة إذا تم مسح أنواع الحصى على الشاطىء مسحاً شاملاً أن تأتى نتائج الأنواع الثلاثة متساوية، ولكن لما كانت البيانات المتاحة من عينة فيصعب واقعيا أن تتفق مع مسألة النسب المتساوية غير أن العينة فى نفس الوقت سحبت من هذا المجتمع ولذا يجب الا تبتعد نتائجها كثيراً عن التساوى.

وتأتى قيمة اختبار مربع كاى فى هذه الحالة لأنه يقدر مدى إحتمالات سحب العينة من مجتمع تتوزع فيه نسب الحصى حسب أنواعه بالتساوى والمعادلة المستخدمة هى :

$$\text{مربع كاى } (\chi^2) = \frac{\text{مجـ ف}^2}{\text{م}}$$

حيث χ^2 لمربع كاى

ف^2 لمربع الاختلافات بين القيم الحقيقية والمتوقعة لكل فئة

م للقيم المتوقعة لكل فئة

وعند التطبيق تكون القيم :

$$\text{مربع كاى} = \frac{(٢٠٠ - ١٨٠)^٢}{٢٠٠} + \frac{(٢٠٠ - ١٨٦)^٢}{٢٠٠} + \frac{(٢٠٠ - ٢٣٤)^٢}{٢٠٠} =$$

$$= \frac{(٢٠)^٢}{٢٠٠} + \frac{(١٤)^٢}{٢٠٠} + \frac{(-٣٤)^٢}{٢٠٠}$$

$$= \frac{٤٠٠}{٢٠٠} + \frac{١٩٦}{٢٠٠} + \frac{١١٥٦}{٢٠٠}$$

$$= ٢,٠ + ٠,٩٨ + ٥,٧٨ = ٨,٧٦$$

والواضح أنه كلما كبرت $x^٢$ أشارت لزيادة مدى التفاوت بين الفئات الحقيقية والمتوقعة الأمر الذى يعنى رفض الفرضية السلبية ولذا لابد من الرجوع لجداول إختبار مربع كاى لتحديد علاقة القيمة المحسوبة بالقيمة الحرجة، ولما كانت درجات الحرية تساوى عدد الفئات مطروحها منه واحد صحيح فعند الدخول للجدول نبدأ بالرقم ٢ وأمامه سنلاحظ أن القيمة المحسوبة تقع بين قيمتين إحداهما أقل منها وهى ٥,٩٩ عند مستوى معنوية ٠,٠٥ والأخرى أكبر منها قيمتها ٩,٢١ عند مستوى معنوية قدرة ٠,٠١ ولذا يستطيع الباحث أن يرفض فرضيته السلبية عند مستوى معنوية ٠,٠٥ لأن قيمة مربع كاى تزيد عنه ويوافق عليها عند مستوى معنوية قدرة ٠,٠١ طالما أن قيمته الناتجة أقل من الجدول.

ثانياً : اختبار عينتين :

إذا كانت نتيجة إختبار الفصل الدراسى الأول فى إحدى المواد بين طلاب قسم الجغرافيا موزعة بين الطلبة والطالبات على النحو التالى :

	طلاب	طالبات	المجموع
ناجحون	٦٠	٧٥	١٣٥
راسبون	٩٠	٢٥	١١٥
المجموع	١٥٠	١٠٠	٢٥٠

على افتراض أن نتيجة هذه المادة تمثل عينة عشوائية من طلاب وطالبات القسم فهل يوجد إختلاف بين الطلبة والطالبات فى قدرتهم على النجاح والفرضية السلبية هى أن لا توجد فروق بين النوعين والايجابية ترى أن هناك فروقا فى القدرة على النجاح.

والمعادلة المستخدمة لإجراء اختبار مربع كاى فى هذه الحالة :

$$\text{كا}^2 = \frac{\text{ن}\left(|\text{أد} - \text{ب حـ}| - \frac{\text{ن}}{٢}\right)^2}{(\text{أ} + \text{ب})(\text{حـ} + \text{د})(\text{أ} + \text{حـ})(\text{ب} + \text{د})}$$

وتشير ن إلى العدد الكلى لمفردات العينة فى الحالتين (مجموع كل الأرقام) أ، ب، حـ، د للقيم الواقعة فى كل حالة من الحالات الأربع، |أ د − ب حـ| الفرق الموجب لناتج ضرب أ د ، ب حـ وبالتطبيق تكون النتيجة :

$$\frac{٢٥٠\left(|٧٥ \times ٩٠ - ٢٥ \times ٦٠| - \frac{٢٥٠}{٢}\right)^2}{(٧٥ + ٢٥)(٦٠ + ٩٠)(٧٥ + ٦٠)(٢٥ + ٩٠)}$$

$$= ٥٨,٤$$

$$\frac{٢٥٠\left(|٦٧٥٠ - ١٥٠٠| - ١٢٥\right)^2}{١٠٠ \times ١٥٠ \times ١٣٥ \times ١١٥} = \frac{٢٥٠(٥٢٥٠ - ١٢٥)^2}{٢٣٢٨٧٥٠٠٠}$$

$$= \frac{٢٥٠ \times (٥٢١٥)^2}{٢٣٢٨٧٥٠٠٠} = \frac{٢٥٠ \times ٢٦٢٦٥٦٢٥}{٢٣٢٨٧٥٠٠٠} = \frac{٦٥٦٦٤٠٦٢٥٠}{٢٣٢٨٧٥٠٠٠}$$

$$= ٢٨,١٩٧$$

ولما كانت فئات العينة ٢ (طلبة وطالبات) وحالاتها ٢ (ناجحون وراسبون فإن درجات الحرية تتحدد كما يلى (٢ −١) × (٢ −١) أى تساوى ١ وبالبحث فى نفس الجدول السابق أمام واحد صحيح وعند مستوى معنوية ٠,٠٥ نحصل على القيمة ٣,٨٤ ولما كانت القيمة المحسوبة أكبر بكثير فإن الفرضية السلبية لا يوافق عليها ومعنى هذا ببساطة أن الاختلاف فى نسب النجاح بين الطلبة والطالبات لا

يفسر بعامل الصدفة طبقاً لقيمة مربع كاى وإنما هو يمثل إختلافا فعليا علـى مسـتوى القسم كله.

ثالثاً إختبار ثلاث عينات أو أكثر :

ويعتبر صورة مطولـة مـن حالـة العينتين، فـإذا كـان لديـك ثـلاث عينـات سحبت لتحديد المناطق المفضلة للإصطياف للسـكان حسـب اعمـارهـم موزعـة بـين ثلاث مدن هى الاسكندرية ومرسى مطروح والعريش وكانت بياناتها كالتالى :

مناطق الاصطياف	الاسكندرية	مرسى مطروح	العريش	المجموع
صغار السن	٤٥	٣٠	٢٥	١٠٠
متوسط السن	١١	٨	٣١	٥٠
كبار السن	١٠	١٤	٢٦	٥٠
المجموع	٨٢	٥٢	٦٦	٢٠٠

والفرضية السلبية هنا هى لا توجد فروق جوهرية بين المجموعـات العمريـة لمفردات العينة فى اختيارها لمناطق الاصطياف عن اجمالى السكان. أما الفرض البديـل (الايجابى) فيرى أن الاختلاف الملحـوظ فـى مفـردات العينـة الموزعـة حسـب السـن يعكس إختلافا مماثلا بين السكان فى ظل مستوى معنوية قدرة ٠,٠٥.

وللحصول على القيم المتوقعة لهذا الجدول يصبح لديك الجدول التالى :

القيم المتوقعة لمفردات العينات الثلاثة السابقة :

(٦٦ × ١٠٠) / ٢٠٠ = ٣٣	(٥٢ × ١٠٠) / ٢٠٠ = ٢٦	(٨٢ × ١٠٠) / ٢٠٠ = ٤١	المجموع ١٠٠
(٦٦ × ٥٠) / ٢٠٠ = ١٦,٥	(٥٢ × ٥٠) / ٢٠٠ = ١٣	(٨٢ × ٥٠) / ٢٠٠ = ٢٠,٥	٥٠
(٦٦ × ٥٠) / ٢٠٠ = ١٦,٥	(٥٢ × ٥٠) / ٢٠٠ = ١٣	(٨٢ × ٥٠) / ٢٠٠ = ٢٠,٥	٥٠
المجموع ٦٦	٥٢	٨٢	٢٠٠

وتحسب قيمة مربع كاى بتطبيق المعادلة المستخدمة فى حالة العينتين :

صغار السن = $\frac{(٤٥ - ٣٣)^{٢}}{٣٣} + \frac{(٣٠ - ٢٦)^{٢}}{٢٦} + \frac{(٢٥ - ٤١)^{٢}}{٤١}$

$= ٤,٣٦ + ٠,٦٢ + ٦,٢٤$

متوسطو السن = $\frac{(١١ - ١٦,٥)^{٢}}{١٦,٥} + \frac{(٨ - ١٣)^{٢}}{١٣} + \frac{(٣١ - ٢٠,٥)^{٢}}{٢٠,٥}$

$= ١,٨٣ + ١,٩٢ + ٥,٣٨$

كبار السن = $\frac{(١٠ - ١٦,٥)^{٢}}{١٦,٥} + \frac{(١٤ - ١٣)^{٢}}{١٣} + \frac{(٢٦ - ٢٠,٥)^{٢}}{٢٠,٥}$

$= ٢,٥٦ + ٠,٠٨ + ١,٤٨$

والمجموع النهائى لقيمة مربع كاى = ٢٤,٤٧

أما درجات الحرية فنحدد على ضوء وجود ٣ صفوف فى ثلاث اعمدة بمعنى (٣ − ١) × (٣ − ١) = ٤، وبالرجوع للجدول الخاص باختبارات مربع كاى وأمام درجات حرية قدرها ٤ وعند مستوى معنوية قدرة ٠,٠٥ توجد القيمة ٩,٤٩، ولما كانت القيمة المحسوبة لمربع كاى أكبر من هذه القيمة فيمكنك الا تقبل الفرضية السلبية عند مستوى معنوية ٠,٠٥ وتوافق فى المقابل على الفرض البديل الذى يرى وجود إختلاف فعلى بين المجموعات العمرية فى تحديد أفضلياتها بين المناطق الثلاثة عند الأصطياف.

٢ – تحليل التباين :

ويعتمد فيه على التوصل لقيم التباين بين المجموعات وداخل كل مجموعة مصنفة ثم تحديد مدى اختلاف كل منطقة تدخل ضمن تصنيف عن كل مجموعة (بحساب التباين أيضاً) وضمها لأقل المجموعات بعداً عنها، فالهدف هنا قياس درجة الانسجام فى تصنيف ما من ناحية (بين المجموعات وداخل كل مجموعة) ثم الانتقال لمعالجة المفردات المكونة لكل مجموعة بضمها لأقرب المجموعات لها من ناحية ثانية.

وعلى سبيل المثال إذا كـان لديـك توزيعـا لنسـب العـاملين بالصناعـة التحويليـة فـى محافظات الوجه البحرى عام ١٩٧٦ على النحو التالى :

المحافظة	النسبة	المحافظة	النسبة	المحافظة	النسبة
الاسكندرية	٣٢,٥	الدقهلية	١٨,١	الغربية	٣٢,٦
بور سعيد	١١,١	الشرقية	١٤,٧	المنوفية	١٧,٨
السويس	١٨,٦	القليوبية	٣٦,٩	البحيرة	٢٣,٢
دمياط	٣٨,٣	كفر الشيخ	١٥,٢	الاسماعيلية	٧,٧

ففى الإمكان تصنيف هذه المحافظات حسب مواقعهـا الجغرافيـة فـى ثـلاث مجموعات شرق الدلتا، ووسـطها، وغربهـا ووضـع مـا يقـابل كـل منهـا مـن نسـب وبحيث تضـم المجموعـة الأولى محافظـات القنـاة الثـلاث والشـرقية والدقهليـة ودميـاط والقليوبية والثانية المنوفية والغربية وكفر الشيخ والثالثـة البحـيرة والاسـكندرية. وفـى هذه الحالة نحصل على المتوسطات داخل كل مجموعة وتباينها ثم نحسب المتوسـطات بين المجموعات والتباين بينها بضم شرق الدلتا مع وسطها ثم مع غربها وفـى النهايـة وسط الدلتا مع غربها وليصبح لدينا الجدول التالى :

الإقاليم	التباين داخل كل إقليم		التباين بين الإقاليم		النسبة بين تباين الاثنين
	المتوسط	التباين	المتوسط	التباين	
شرق الدلتا	٢٠,٨	١٢٥,٦	٢٣,٠	٩,٧	١٣,٠
وسط الدلتا	٢٥٨,٢	٥٤,٧	٢٤,٤	٢٥,٢	٢,٢
غرب الدلتا	٢٧,٩	١٢,٦	٢٦,٦	٣,٧	٣,٥

ويتضح من ذلك أن التصنيف بهذه الصورة يبدو فيه التناقض أكبر ما يكون بين محافظات شرق الدلتـا ويليهـا الوسـط ثـم الغرب فـى النهايـة، ومعنـى ذلـك أن التصنيف على هذا المنوال نجح فى تحقيق التقارب بين محافظات وسط الدلتـا أولاً ثـم

غربها ثانياً على حين لم يصل لهدفه فى شرقها، ويلاحظ أن النسبة الأخيرة فى الجدول إذا كانت تساوى واحد صحيح فإن درجة التباين تكون متساوية وكلما ازدادت القيمة ارتفعت حدة الاختلافات الإقليمية.

أما عند الرغبة في معرفة أكثر المجموعات ملاءمة لكى تلحق بها كفر الشيخ فتحسب انحرافات قيمة المحافظة عن متوسط كل مجموعة وتربع وتجمع وتقسم على عدد القيم فى كل حالة للحصول على التباين وهى : ٣٠,٢٤ ، ٤٢,٣٢ ، ٦٤,٩٨ لشرق الدلتا ووسطها وغربها على الترتيب، وعلى ذلك فأقرب المجموعات لكفر الشيخ هى محافظات شرق الدلتا.

٣ - تطبيق لتحليل المكون الرئيسى :

أولاً : أهداف تحليل المكون الرئيسى :

يقوم تحليل المكون الرئيسى بدراسة الدور الذى تلعبه مجموعة من المتغيرات سلفاً بعد أن تستخلص منها متغيرات جديدة للتعرف على طبيعة العلاقات الداخلية بينها. ويعنى ذلك أن كل متغير منها ينظر إليه من ناحيتين الأولى باعتباره مستقلاً عن سواه والثانية من خلال ارتباطه بدرجة ما ايجابيا أم سلبياً قوة أم ضعفاً مع قرين له وربما مع ذاته.

وتستخلص طبيعة العلاقة بين المتغيرات الأصلية المختارة والمتغيرات الجديدة من خلال تطبيق سلسلة من العمليات الحسابية المستندة لأساليب احصائية تقيس مدى التباين والارتباط، وعادة ما يلجأ الجغرافيون لتطبيق هذه الطريقة لثلاثة أسباب هى :

١ - تعيين مجموعات الظاهرات المترابطة داخليا فإذا كان لديك إقليم ما وأخذت منه عينه من القرى قوامها ٢٠ قرية واريد معرفة العلاقة بين توزيع أحجام معينة من هذه القرى فى مناطق محددة فيمكن توظيف معاملات الارتباط وتكوين مصفوفة من :

$$١٩٠ \text{ قيمة } \left(\frac{ن^٢ - ن}{٢}\right) \text{ أى } \left(\frac{٢٠^٢ - ٢٠}{٢}\right) = ١٩٠$$

وهذا بلا شك عدد ضخم يصعب تمييز الأنماط من خلاله ولذا لابد من استخدام طريقة لتمييز المجموعات أولاً ثم التنميط بعد ذلك.

٢ - التقليل من عدد المتغيرات المبحوثة فقد لوحظ أن بعض المتغيرات يتوزع مكانياً بصورة متشابهة، ويمكن عندئذ الاكتفاء بعدد منها يجمع من الميدان. وعلى سبيل المثال إذا كان البحث يتطلب الحصول على عينات للتربة نتعرف من خلالها على الاختلافات المكانية فى ٤٠ خاصية، ووجد من فحص بعض العينات أن ٢٠ من هذه الخصائص متماثلة التوزيع فيمكن الاكتفاء بالعشرين الأخرى فقط.

٣ - لإعادة كتابة مجموعة من البيانات فى صورة بديلة وفى هذه الحالة يتم الفصل بين المتغيرات المستقلة والمترابطة ويرسم منحنى التراجع وتتكون معادلته.

وهذه الأغراض الثلاثة يحققها بجانب تحليل المكون الرئيسى التحليل العاملى وهما أسلوبان مشهوران استخدمهما الجغرافيون كثيراً منذ عام ١٩٦٠ كوسيلتين بحثيتين مرتبطتين ببعضهما، ويستند كل منهما على مبدأ تجزئة كل متغير إلى عدد من الجزئيات المستقلة ترتبط بالمتغيرات الأخرى، ومن هنا فكل معامل ارتباط يتألف من جزئيات مختلفة Different Segments وهذه الجزئيات قد تكون مستقلة عن بعضها بدرجة تسمح بتحديد المتغيرات ذات الارتباط القوى وتلك الضعيفة الارتباط.

ويكمن وجه الاختلاف بين تحليل المكونات الرئيسية والتحليل العاملى فى أن الأول يطلق عليه اسم نموذج النظام المغلق Closed System Model حيث يتم فيه فحص كل التباينات فى المتغيرات الأصلية، وينتج لدينا فى النهاية مجموعة من المكونات Components تحل محل المتغيرات المختارة وتتساوى عدداً فى أقصى الحالات معها. فهنا تعالج مسألة الخطأ Error Term بتجزئتها إلى جزيئات، بينما فى حالة التحليل العاملى يقسم تباين المتغير إلى قسمين الأول يسمى التباين الشائع او

السائد Common Variance ويمثل درجة ارتباطه بكل المتغيرات الأخرى فى إطار النمط القائم للنظام ككل، أما القسم الثاني فيقدم لنا تباينه الخاص وهو عبارة عن البقايا Residuals الناتجة بعد قياس التباين الشائع مع كل المتغيرات. ثم لا يلبث الباحث أن يجزىء التباين السائد إلى مجموعة من العوامل Factors وفى هذه الحالة لابد من معايرة تباين كل متغير بالنسبة للقيمة واحد صحيح باعتبارها تمثل حالة الارتباط التام التى يرتكز عليها التحليل العاملى.

ثانياً : تمثيل معامل الارتباط هندسياً :

لما كان تحليل المكونات الرئيسية يستند لتوظيف معامل الارتباط فلابد من معرفة العلاقة بين هذا المعامل واستخراج المكون الرئيسى وهذا يقتضى تمثيله هندسياً، ومعامل ارتباط العزوم Product Moment Correlation Coefficient هو الجذر التربيعى لنسبة التباين فى المتغير الأول (س١) المتعلقة بتباين المتغير الثانى (س٢) والعكس، ولذا فهو يمثل العلاقة بين الانحراف المعيارى للمتغيرين المراد قياس العلاقة بينهما والموزعين فى إطار مكانى.

ويمكن تمثيل قيم معامل الارتباط هندسيا بالحصول على جيوب تمام الزاوية المقابلة لها، فمن المعروف أن معاملات الارتباط تتراوح قيمتها بين +١، -١ ولذلك فجيب تمام الزاوية التى تساوى ٩٠ يقابل معامل الارتباط المساوى لصفر، وهذا معناه أن الخطين اللذين يحصرا بينهما زاوية قائمة يمثلا متغيرين علاقتهما تعامدية Orthogonal Relationship أى لا إرتباط بينهما ويسمى كل خط منهما باسم الموجه Vector إما إذا كان معامل الارتباط يساوي -١ فإن جيب تمام الزاوية يساوى ١٨٠ درجة وعلى هذا يمكن القول أن الارتباطات الموجبة تقابلها زوايا حادة والسالبة تظهرها الزاويا المنفرجة.

والواضح أن الاعتماد على قيم الزاويا يتحدد من خلال عدد المتغيرات فكلما كان عدد هذه الأخيرة أكثر اختلف الشكل الناتج وقلت قيم الارتباط، فإذا كانت أربع متغيرات متعامدة ستكون رسما له أربعة ابعاد متساوية ومن ثم ينعكس مدى الارتباط بين المتغيرات على الشكل الناتج ليصبح دائريا أو رباعيا.

ولا تقاس الزوايا بين كل متغيرين فقط وإنما تحسب علاقة كل متغير بجميع المتغيرات الأخرى المكونـة للمصفوفـة، وإذا حصلنا على الزوايا أو على معاملات الارتباط أمكن التوصل لأحدهما من خلال الآخر بتطبيق القاعدة التى تقول أن كل متغير يلقى بظلاله على الآخر، فالزاوية ٥٧° مثلاً يقابلها جيب تمام مقداره ٠,٥٤٤٦ وهو نفس معامل الارتباط بين متغيرين ممثلين بخطين يحصرا هذه الزاوية وليكن أحدهما س١ والثانى س٢، وبطبيعة الحال تتناقض اعداد قيم الارتباط المحسوبة تدريجياً مع الانتقال من متغير لآخر فإذا كانت المتغيرات خمسة ارتبط الأول منها بأربع والثانى بثلاث والثالث باثنين وهكذا حتى نصل إلى الأخير الذى لا يرتبط سوى مع ذاته.

ثالثاً : تحديد المكونات وحساب أعبائها :

وتعتبر قيم الارتباط السابقة الركيزة الأساسية للحصول على المكونات وذلك من خلال توظيفها على طريقة الارتباط الجزئى بعد ذلك أى أننا نحصل منها على عبء المكون الأول لكل متغير أو مدى مسئوليته عن التباين ثم نستبعد مقدار هذه الاعباء ونكون مصفوفة جديدة للارتباطات للمكون الثانى وهكذا دواليك.

استخراج المكونات :

وتقوم فكرة استخراج المكونات على تكوين مصفوفات الارتباط والحصول منها على متغير متوسط Mean Variable سواء كان ذلك بالحساب أو من خلال الرسم البيانى أى أن الهدف هو الحصول على موجه جديد يكون قريبا من الموجهات المكونة لعدد متغيرات المصفوفة.

ولما كانت الزوايا الأصغر تعنى ارتباطا موجبا أكبر والزوايا الأكبر تمثل الارتباط السالب بحيث لا تجاوز أى زواية ١٨٠ درجة عند قيمة الارتباط السالب التام(-١) فلابد من توقيع الموجه إما قريبا من الصفر أو ١٨٠ بقدر المستطاع، ومن الواضح أن هناك عدداً نهائيا ولكنه كبير جداً من المواقع للمكون الأول فإذا كان لديك ٣ متغيرات وزواياها الممثلة للارتباط كما يلى :

الزوايا

	س١	س٢	س٣		المجموع
س١	صفر	٣٠	٥٠	=	٨٠
س٢	٣٠	صفر	٢٠	=	٥٠
س٣	٥٠	٢٠	صفر	=	٧٠

الارتباط

	س١	س٢	س٣
س١	١,٠٠	٠,٨٧	٠,٦٤
س٢	٠,٨٧	١,٠٠	٠,٩٤
س٣	٠,٦٤	٠,٩٤	١,٠٠
المجموع	٢,٥١	٢,٨١	٢,٥٨

يظهر من هذا الجدول إن س٢ هى أقرب المتغيرات للتوسط حيث ينخفض مجموع قيم زواياها، وللتحقق من ذلك تحول الزوايا لارتباطات وتجمع هذه الأخيرة لنرى لأى حد يرتبط المتغير الواحد بباقى المتغيرات الأخرى، وتتأكد حقيقة الارتباط القوى للمتغير الثانى مرة ثانية من خلال هذا المجموع سواء بغيره أو بنفسه.

والخطوة التالية هى الحصول على الجذر التربيعى لمجموع الارتباطات ومعرفة علاقته بمجموع ارتباطات كل متغير على حدة على النحو التالى :

مجموع الارتباطات الكلى = ٢,٥١ + ٢,٨١ +٢,٥٨ = ٧,٩٠

∴ $\sqrt{٧,٩٠}$ = ٢,٨١

وعلى هذا يكون الناتج فى س١ = ٢,٥١ ÷ ٢,٨١ = ٠,٨٩ وعند س٢ ٠,٩٩، س٣ = ٠,٩٢ ومن الضرورى أن يكون مجموع الارتباطات مساوياً لمربع عدد المتغيرات المبحوثة $(ن)^2$ أى $(٣)^2$ إذا كان الارتباط تاماً، ولذا يعتبر الجذر التربيعى لمجموع عدد المتغيرات هو أقصى مجموع يمكن الحصول عليه لارتباطات كل متغير وهو الذى يطلق عليه اسم المتغير المتوسط أو المكون الرئيسى.

ويمكن بعد ذلك تحويل الارتباطات الناتجة إلى زوايا بسهولة وتوقيع الموجه الجديد فى رسم بيانى، وفى حالة المثال السابق تكون الزوايا كالتالى :

س١ ٠,٨٩ = ٢٧°   س٢ ٠,٩٩ = ٣°   س٣ ٠,٩٢ = ٢٣°

وتسمى هذه الطريقة بالطريقة المركزية The centroid method للحصول على المكونات وتتميز بإمكان حسابها بسهولة وتصلح كثيراً إذا لم تكن

الارتباطات تضم قيماً كثيرة متناقضة بين الموجب والسالب، وتعطى نفس نتائج المصفوفات الجبرية التى تستخدم الحاسب الآلى وإن كانت دقتها أقل فى بعض الأحيان.

والسؤال الآن هو ما طبيعة العلاقة بين هذه المكونات الجديدة والمتغيرات الأصلية المختارة؟ يمكن الحصول على ثلاثة مؤشرات لهذه العلاقة الأولى هى الزاوية الفاصلة بين كل متغير والمكون الجديد من خلال الرسم والثانية هى الإرتباط الذى يمثل قيمة جيب تمام الزواية والثالثة مربع الارتباط الذى يشير إلى نسبة التباين المتعلقة بكل مكون.

وتسمى الارتباطات بين كل متغير والمكون الرئيسى باسم عبء المكون Component Loading وتفسر بنفس الطريقة التى يؤديها معامل إرتباط العزوم بحيث تبين مربعاتها نسب التباين فى كل متغير المرتبطة بالمكون، وفى حالة المثال السابق كانت اعباء المكون الرئيسى (الارتباطات) ٠,٨٩ ، ٠,٩٩، ٠,٩٢ ومربعاتها تكون٠,٧٩٢١ ، ٠,٩٨٠١ ، ٠,٨٤٦٤ على الترتيب، ومن ثم يمكن القول أنه فى حالة س٢ مثلاً يبدو أن ٩٨,٠١٪ من تباينها مرتبط بتباين المكون الرئيسى الأول بينما هى فى حالة س١ تساوى ٧٩,٢١٪ فقط.

رابعاً : حساب القيمة الدالة ودرجة الشيوع :

وتشير مربعات عبء المكون للدرجة التى يمكن ان يحل بها المكون الجديد محل المتغيرات الأصلية أو بمعنى آخر ما هو الجزء الذى يرتبط به المكون الرئيسى مع المتغير الأصلى، ولذا فمجموع مربعات اعباء المكون يبين إجمالى التباين المسئول عنه هذا الوافد الجديد، وهذه القيمة تسمى القيمة الدالة Eigen Value ويرمز لها بالحرف اليونانى (لامبدا) وتحسب بالمعادلة : م ك = مجـ ل ى ن٢

حيث م هى قيمة عبء المكون (لامبدا)

ل العبء الواقع على كل متغير من المكون المحدد

ى ن المكونات من ى إلى ن

Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

وفى الحالة السابقة تكون (لامبدا) هى مجموع القيم مقسومة على أعداد المتغيرات فى المصفوفة مطروحة من ١٠٠ التى تمثل واحد صحيح أو درجة الارتباط بين كل متغير وذاته، وتعرف هذه النتيجة بالنسبة المئوية لإسهام المكون Percentage of the trace وهى عبارة عن مجموع القيم للخط المائل فى المصفوفة والفرق بينها وبين دور المكون، وفى الحالة السابقة نحصل على نسبة الإسهام تلك بجمع القيم ٠,٧٩٢١ + ٠,٩٨٠١ + ٠,٨٤٦٤ = ٢,١٨٦ وبقسمتها على عدد المتغيرات (٣) وضربها فى ١٠٠ = ٨٧,٢٨٪.

ويمكن الآن الوصول لنتيجة مؤداها أن المكون الأول فى المصفوفة السابقة باعتباره متغيرا متوسطا مسئولا عن ٨٧,٢٨٪ من نسبة التباين فى مجموعة مكونة من ٣ متغيرات فماذا عن الـ ١٢,٧٢٪ الباقية ؟

لكى نحصل على هذه النسبة الأخيرة لابد من استخراج المكون الثانى باتباع الخطوات التالية :

١ - نعود إلى مصفوفة الارتباط الأصلية للمتغيرات الثلاثة ونطرح من كل قيمة منها عبء المكون الأول، ولذلك إذا كانت درجة ارتباط س١ مع س٢ تساوى ٠,٨٧، وعبء س١ = ٠,٧٩ فإن ارتباط س١ مع س٢ بعد استبعاد تأثير المكون الأول يكون :

٠,٨٧ - (٠,٧٩) (٠,٩٨) = ٠,٨٧ - ٠,٧٧ = ٠,١٠

فهذه إذن صورة للارتباط الجزئى بين المتغيرين س١، س٢.

٢ - تكون مصفوفة ارتباط جديدة للمتغيرات الثلاثة مستبعداً منها تأثير المكون الأول، وعند الرغبة فى معرفة علاقة المتغير بذاته نحصل على مربع العبء ونطرحه من الارتباط فى المصفوفة الأولى.

٣ - تكرر الخطوات السابقة الخاصة بجمع الارتباطات لكل متغير مع حذف النصف العلوى أو السفلى من المصفوفة لضمان عدم التكرار.

٤ - نحصل على مجموع المجاميع ثم جذره التربيعى ويقسم مجموع ارتباطات كل متغير على هذه القيم الأخيرة وتقسم على عدد المتغيرات وتنسب إلى ١٠٠

للحصول على القيمة الدالة وهكذا ننتهى للمكون الثالث وتكرر نفس الخطوات السابقة.

ه - تحدد أهمية دور المكونات الرئيسية بالنسبة للتباين فى كل متغير عن طريق حساب درجة الشيوع Communality وهى عبارة عن مجموع مربعات الأعباء الواقعة امام كل متغير (المجموع الأفقى) وهذه القيم عادة تكون أقل من واحد صحيح إلا إذا كان عدد المكونات مساويا لعدد المتغيرات فقد تزيد بعض هذه القيم عن الواحد الصحيح أحياناً.

خامساً : تطبيق لتحليل المكون الرئيسى على بعض معايير التنمية فى محافظات الوجه القبلى

ولتطبيق هذه الطريقة على متغيرات مختارة استخدمت كمعايير للتنمية فى محافظات الوجه القبلى. اختيرت ثمانية متغيرات كمعايير للتنمية فى محافظات الوجه القبلى الثمانية، وكل هذه المتغيرات تتمثل فى عام ١٩٨٦ عدا المتغيرين الثالث والرابع فهما لعام ١٩٧٦، وهما على أية حال لن يختلفا كثيراً فى توزيعهما جغرافيا فى تعداد ١٩٨٦، والهدف هنا هو تصنيف هذه المتغيرات من حيث الدور الذى تلعبه كمؤشرات للتنمية ومعرفة طبيعة العلاقات بينها (طردية أو عكسية) ومدى هذه العلاقات من خلال استخراج المكونات الرئيسية ذات الأهمية وتلك الأقل منها.

والمتغيرات هى :

س١ : نسبة سكان الحضر.

س٢ : نسبة غير الأميين من السكان (أكثر من ١٠ سنوات)

س٣ : نسبة العاملين بالخدمات (١٢ سنة فأكثر)

س٤ : نسبة العاملين بالصناعات التحويلية (١٢ سنة فاكثر)

س٥ : متوسط حجم الأسرة.

س٦ : نسبة المساكن المزودة بالمياه النقية.

س٧ : نسبة الوحدات السكنية المستخدمة فى مجال العمل.

س٨ : نسبة المنشآت العاملة من إجمالى المنشآت.

والخطوة الأولى هى تكوين جدول لتوزيع النسب المئوية لهذه المتغيرات فى المحافظات المشار إليها على النحو التالى :

بعض مؤشرات التنمية في محافظات الوجه القبلي

المحافظة	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨
الجيزة	٥٦,٩	٥٥,٩	٣٥,٦	٢١,١	٤,٧	٦٨,٥	١,٩	٥٤,٩
بنى سويف	٢٥,١	٣٦,٩	٣٢,٢	١٠,٨	٥,١	٦٨,٤	٢,١	٧٠,٢
الفيوم	٢٣,٢	٣٣,٢	٢٨,٥	١٥,٥	٥,٣	٨٩,٥	١,٩	٦٥,٤
المنيا	٢٠,٧	٣٥,٠	٣٢,٤	١٤,١	٤,٩	٤٦,٨	٢,٠	٧٣,٠
أسيوط	٢٧,٨	٣٨,٢	٣١,٥	١١,٢	٥,١	٥٦,٢	١,٨	٧٠,٣
سوهاج	٢١,٨	٣٥,١	٢٧,١	١٢,٩	٥,٣	٤١,٦	٢,٢	٦٧,٤
قنا	٢٣,٢	٣٦,٩	٢٤,٩	١٤,٤	٥,٠	٣٥,٥	٢,٤	٦٦,٢
أسوان	٣٩,٩	٥٤,٢	٣٢,١	١٣,٣	٥,١	٨٤,٨	١,٢	٧٥,٨
المتوسط	٢٩,٨	٤٠,٧	٣٠,٥	١٤,٢	٥,١	٦١,٤	١,٩	٦٧,٩
الانحراف المعيارى	١١,٧	٨,٤	٢,٤	٣,٠	٠,١٩	١٨,٥	٠,٣٣	٥,٩٠

١ - يحسب المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لكل متغير.

٢ - نحصل على معامل ارتباط العزوم (ارتباط بيرسون) بين كل متغير وباقى المتغيرات بما فى ذلك ارتباط المتغير بذاته.

ولما كان معامل ارتباط العزوم عبارة عن النسبة بين التغاير Covariance والانحراف المعيارى (الجذر التربيعى لمجموع مربعات انحراف القيم عن الوسط الحسابى مقسوما على عدد القيم). أما التغاير فهو عبارة عن حاصل ضرب انحرافات قيم كل متغير عن وسطه الحسابى مع انحرافات المتغير الآخر وذلك معناه أن تغاير س١، س٢ تضرب فيه نواتج انحرافات قيم كل واحد منها عن وسطه الحسابى مع مراعاة الاشارات السالبة والموجبة وتجمع ليكون الناتج مساوياً ٧٤٢,٢٨، س١ مع

س٣ = ٢٢٠,٤٣ وهكذا س١ مع س٤س٥ ... إلخ وبعدها ينتقل إلى س٢ مع نفسه ثم مع س٣ وهكذا لأن س١ مع س٢ هى ذاتها س٢ مع س١.

٤ - يطبق قانون معامل ارتباط العزوم وهو فى هذه الحالة :

$$\text{س١·س٢} = \frac{\dfrac{\text{س}^{١} \times \text{س}^{٢}}{\text{ن}}}{\text{ع س}_{١} \times \text{س}_{٢}}$$

ويعنى هذا أن معامل ارتباط س١ مع س٢ يساوى تغاير س١ مع س٢ مقسوما على العدد الكلى للمتغيرات فى البسط ويقسم ذلك كله فى النهاية على الانحراف المعيارى لـس١ مضروبا فى الوسط الحسابى لـ س٢.

ومن خلال ذلك تتكون مصفوفة ارتباط للمتغيرات ببعضها فى إطار المحافظات على النحو التالى :

	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨
س١	١,٠٠							
س٢	٠,٩٤	١,٠٠						
س٣	٠,٩٨-	٠,٩١	١,٠٠					
س٤	٠,٧٢	٠,٥٥	٠,٦٤	١,٠٠				
س٥	٠,٦٤-	٠,٥٦-	٠,٨٥-	٠,٦١-	١,٠٠			
س٦	٠,٣٩	٠,٣٩	٠,٥٢	٠,٠٧	٠,١٥	١,٠٠		
س٧	٠,٤٧-	٠,٦٤-	٠,٨١-	٠,٠٠٦	٠,٠٢-	٠,٠٧	١,٠٠	
س٨	٠,٥٥	٠,٢٤	٠,٢٦-	٠,٨٤	٠,٤٢	٠,٤٢-	٠,٤٠	١,٠٠
المجموع	١,٥١	١,٨٩	٠,٢٤	٠,٣٧-	١,٥٥	٠,٦٥	١,٤٠	١,٠٠

وقد اكتفي فى هذه الحالة بالشق السفلي من الارتباطات فى المصفوفة لأن جانبها العلوى سيكون تكراراً للارتباطات فى صورتها المعكوسة ويظهر من الجدول مدى قوة ارتباط س١ مع س٣،س١ مع س٢، س٢ مع س٣، س٣ مع س٥، س٤

مع س٨، س٣ مع س٧ وبعض هذه الارتباطات سالب والآخر موجب كما يتبين أن هذه المتغيرات جميعها تترابط في توزيعها مكانيا في إطار المحافظات الثمـانى المختـارة ومن قيم الارتباط السابقة يمكن وضع مصفوفة للزوايا المقابلة لها كما يلى :

	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨
س١	صفر							
س٢	٢٠	صفر						
س٣	١٦٩	٢٥	صفر					
س٤	٤٤	٥٧	٥٠	صفر				
س٥	١٣٠	١٢٥	١٤٩	١٢٨	صفر			
س٦	٦٧	٦٧	٥٩	٨٦	٨١	صفر		
س٧	١١٨	١٣٠	١٤٤	٩٠	٩١	٨٦	صفر	
س٨	٥٧	٧٦	١٠٥	١٤٧	٦٥	١١٥	١١٤	صفر

وقد قربت الزوايا لأقرب درجة، وطرحت القيم ذات الإشارة السالبة للارتباط من ١٨٠ درجة بعد الحصول على ما يقابلها من جدول جيوب تمام الزوايا.

ومن الواضح مما سبق أن المتغير الأول هو أقوى المتغيرات ارتباطا بكل المتغيرات الأخرى سواء من حيث مجموع الارتباطات أو الزوايا المقابلة لها، وذلك معناه أن نسبة الحضرية ترتبط ايجابيا بكل المتغيرات الأخرى المشار إليها من قبل في هذه المحافظات ولذا فباستخراج أعباء المكون الأول هنا تكون نتيجة :

مجموع قيم الارتباطات = ٨,٢٤ − ٠,٣٧ = ٧,٨٧

والجذر التربيعى لها = $\sqrt{٧,٨٧}$ = ٢,٨١

وعلى ذلك تكون أعباء المكون الأول بالنسبة للمتغيرات كما يلى :

س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨
٠,٥٤	٠,٦٧	٠,٠٨	−٠,١٣	٠,٥٥	٠,٢٢	٠,٥٠	٠,٣٦

ومربعاتها :

٠,٢٩١٦ ٠,٤٤٨٩ ٠,٠٠٦٤ ٠,٠١٦٩ ٠,٣٠٢٥ ٠,٠٥٢٩ ٠,٢٥٠٠ ٠,١٢٩٦

وفى هذه الحالة تظهر المتغيرات س١، س٢،س٥،س٧، ذات مربعات أعباء عالية عند المكون الأول مما يشير إلى قوة ارتباطها كمعايير للتنمية.

والخطوة التالية هى حساب القيمة الدالة التى تساوى ١,٤٩٨٨ وهى ناتج مجموع مربعات أعباء المكون وبقسمتها على عدد المكونات وضربها فى ١٠٠ نحصل على نسبة إسهام المكون كما يلى : ١,٤٩٨٨ ÷ ٨ = ١٨,٧٣٪ وهذه النسبة الأخيرة هى مجموع قيم الارتباط المائلة بزواية قدرها ٤٥ درجة فى المصفوفة (Diagonal) والتى تمثل ارتباط كل متغير بذاته، ولذا يمكننا الخروج بنتيجة مؤداها أن المتغير الأول يمثل المكون الرئيسى الأول فى هذه المصفوفة، وتبلغ نسبة ارتباط المتغيرات الثمانية الأخرى به ١٨,٧٣٪، كما يلاحظ أن بعض المتغيرات تقترب إلى حد ما فى قوة ارتباطها من المتوسط مثل المتغير الثانى (نسبة غير الأميين) والخامس (متوسط حجم الأسرة) والسابع نسبة الوحدات السكنية المستخدمة فى العمل لجملة الوحدات السكنية) بينما تبتعد المتغيرات (الثالث نسبة العاملين بالخدمات)، (والسادس نسبة المساكن المزودة بالمياه النقية) عن المتوسط ويكون الارتباط سالبا فى حالة المتغير الرابع (نسبة العاملين بالصناعات التحويلية).

وبتطبيق هذه الطريقة لاستخراج المكونات الأخرى نحصل على جدولين أحدهما يمثل مجموع ارتباطات كل متغير مع باقى المتغيرات كما يلى :

	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨
س١	١,٥١	١,٨٩	٠,٢٤	٠,٣٧-	١,٥٥	٠,٦٥	١,٤٠	١,٠٠
س٢	١,٢٤	٢,٠٢	٠,٦٦	٠,٦١-	١,١٢	٠,٦٠	٠,٩٩	٠,٨٨
س٣	٠,٣٦	١,٠٨	٠,٧٢	١,٠٤-	٠,٥٢	١,١٣	٠,٧٠	٠,٧٦
س٤	٠,٤٠-	٠,٢٩	٠,٥٧	٠,٥٨-	٠,٤١	٠,٤٩	٠,٤٧	٠,٦٣
س٥	٠,٠١-	٠,٣٠	٠,٩٥	٠,٤٠-	٠,٤٨	٠,٣٧	٠,٥١	٠,٤١
س٦	٠,٠١-	٠,٢١-	٠,٢٠-	٠,١٨-	٠,٢٩	٠,٤٥	٠,٣٢	٠,٣٥
س٧	٠,٠١	٠,٠٨	٠,٠٧-	٠,١٧	٠,١٧	٠,١١	٠,٠٨	٠,٢١
س٨	٠,٠١-	٠,٠١-	٠,١٧	٠,٢٨	٠,١٦-	٠,٠٢-	٠,١٣	٠,٠١-

ومن خلال هذه الارتباطات يمكن تصنيف علاقات المتغيرات ببعضها مكانيا من حيث مدى قوة الارتباط أو ضعفه ايجابيته وسلبيته بالنظر لمدى قربها من المتغير المتوسط، كذلك يظهر هنا دور كل متغير فى الإسهام بعلاقات قوية أو ضعيفة مع سواه فالمتغيرات س١، س٢، س٣، س٤، س٥ قوية الارتباط بينما يقل اسهام المتغيرات الأخرى فى الترابط مكانياً.

أما الجدول الثانى الممثل لأعباء المكونات والقيمة الدالة ونسبة الإسهام فيمكن من خلاله أن تتضح درجات الترابط بصورة أكبر :

	الأول	الثانى	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع	الثامن
س١	٠,٥٤	٠,٤٧	٠,٣١-	٠,٣١-	٠,٠٠٦	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١
س٢	٠,٦٧	٠,٧٧	٠,٥١	٠,٢٢	٠,١٩	٠,٢٣-	١٨	٠,٠١
س٣	٠,٠٨	٠,٢٥	٠,٣٤	٠,٤٣	٠,٥٩	٠,٢٢-	٠,١٦-	٠,٢٧
س٤	٠,١٣-	٠,٢٣-	٠,٥٠-	٠,٤٤-	٠,٢٥-	٠,١٩-	٠,٣٨	٠,٢٨
س٥	٠,٥٥	٠,٤٣	٠,٢٥	٠,٣٢	٠,٣٠	٠,٣١	٠,٣٨-	٠,١٦-
س٦	٠,٢٣	٠,٢٣	٠,٥٣	٠,٢٩	٠,٢٣	٠,٤٨	٠,٢٤-	٠,٢٠-
س٧	٠,٥٠	٠,٣٨	٠,٣٣	٠,٣٥	٠,٣١	٠,٣٥	٠,١٨	٠,١٣
س٨	٠,٣٦	٠,٣٣	٠,٣٦	٠,٤٧	٠,٢٥	٠,٣٨	٠,٤٨	٠,٠١-
القيمة الدالة	١,٥٠	١,٤٢	١,٣٠	١,٠٥	٠,٧٥	٠,٧٢	٠,٦٦	٠,٤٠
نسبة الاسهام ٪	٪١٨,٧	١٧,٨	١٦,٣	١٣,٢	٩,٤	٩,١	٨,٢	٪٥,١

وتبين النظرة إلى أعباء المكونات هذه مدى مسئولية كل مكون عن التباين فى المتغيرات الثابتة المختارة فبالنسبة للمكون الأول تظهر الأعباء الايجابية العالية متعلقة بنسبة سكان الحضر (المتغير الأول) ونسبة غير الأميين بين السكان (المتغير الثانى) ومتوسط الأسرة (المتغير الخامس) ونسبة الوحدات السكنية المستخدمة فى مجال العمل (المتغير السابع) بينما تبدو الأعباء متوسطة فى حالة نسبة المساكن المزودة بالمياه النقية (س٦) ونسبة المنشآت العملة من إجمالى (س٨) وتنخفض الأعباء لأدنى حد لها فى حالة نسبة العاملين بالخدمات (س٦) وتتحول إلى قيمة منخفضة وسالبة

ذات علاقة عكسية عند نسبة العاملين بالصناعات التحويلية (س٨).

وإذا أخذت القيمة ٠,٥٠ باعتبارها حدا اعتباطيا نستشف من خلاله أهمية كل مكون بالنسبة لكل متغير على حدة يلاحظ أنها تتمثل فى حالة نسبة سكان الحضر (المتغير الأول) عند المكون الأول فقط بينما تتوزع على المكونات الثلاثة الأول فى حالة المتغير الثانى، وعند المتغير الثالث تجاوز القيمة المشار إليها فى حالة المكون الخامس، بينما تظهر الارتباطات العكسية (السالبة) فى حالة المتغير الرابع وتصل للحد السابق عند المكون الثالث، ويبدو عبء التباين متجاوزا هذه القيمة لدى المتغير الخامس عند المكون الأول وفى حالة المتغير السادس يظهر المكون الثالث باعتباره مسئولا عن ٠,٥٣ من التباين.

والخلاصة أن نسبة سكان الحضر ونسبة السكان غير الأميين ومتوسط حجم الأسرة ونسبة الوحدات السكنية المستخدمة فى مجال العمل (المتغيرات س١، س٢، س٥، س٧) تبدو أقل تباينا فى أعبائها، ومن ثم أكثر ارتباطا فى المحافظات المشار إليهما، وبالتالى تعتبر أقوى كمؤشرات للتنمية من المتغيرات الأخرىظن وفى نفس الوقت يظهر الارتباط السالب بين توزيع العاملين بالصناعات التحويلية (س٤) وباقى المتغيرات مؤكدا على العلاقة العكسية بينها.

ويبدو أن نسب إسهام المكونات الثلاثة الأولى تمثل ٥٢,٧٪ من التباين بين المتغيرات الثمانية، وإذا أضيفت إليها المكون الرابع ترتفع النسبة إلى ثلثى التباين الكلى، ومن ثم يظهر أن إسهام المكونات الأربعة الأولى غالب على الأربعة الأخيرة كما يؤكد ذلك الجدول. بيد أن إسهام المكونات فى التباين يمكن تنميطه فى ثلاث مجموعات : الأولى منها تضم نسبة سكان الحضر ونسبة التعليم ونسبة العاملين بالخدمات ونسبة العاملين بالصناعة وكلها تزيد عن ١٣٪ ولا تتعدى ٢٠٪، والثانية تشمل المتغيرات الثلاثة التالية لها (متوسط حجم الأسرة، ونسبة المساكن المزودة بالمياه النقية، ونسبة الوحدات السكنية المستخدمة فى مجال العمل) وتتراوح نسب إسهامها بين ٨ لأقل من ١٠٪ وهى جميعها تسهم بـ ٢٦,٧٪ من التباين فى المتغيرات ويظهر المكون الثامن باعتباره النمط الثالث ونسبة إسهامه محدودة بالمقارنة ببقية المكونات.

والسؤال الذى يثار هنا : ما هو الحد الأدنى من المكونات الذى يمكن أن يتخذ كمعيار لتصنيف المجموعات ذات المتغيرات المترابطة والتى تظهر نمطاً عاماً بصورة أفضل من استخدام مؤشرات أخرى، وفى هذه الحالة ينظر للقيمة الدالة لكل مكون فإذا كانت تزيد عن واحد صحيح اتخذ المكون معياراً يؤخذ فى الحسبان والسبب فى ذلك هو أن المكونات التى تقل قيمتها الدالة عن هذا الرقم تكون مسئولة عن قدر من التباين الكلى يقل عن ذلك الجزء الذى يسهم به أى متغير واحد من المتغيرات.

ومن مصفوفتنا السابقة ذات ٨×٨ تظهر المكونات الأربعة الأولى ذات قيم دالة تزيد عن واحد، وتبين أعباؤها ذات القيم المرتفعة أهميتها كمعايير للتنمية تترابط مكانيا فى إطار المحافظات الثمانية بصورة أقوى من غيرها من المكونات الأخرى، فالارتباط التام بين أى متغيرين فى المحافظات يقلل من درجة التباين بينهما والعكس صحيح، ولذا فعند الحصول على مربعات الأعباء لكل متغير والمبينة فى الجدول التالى يظهر أن عبء التباين يبلغ أقصاه (٥٩٪) فى حالة عبء المكون الثانى على المتغير الثانى ايضاً، وذلك معناه قوة الارتباط بين هذا المتغير (نسبة غير الاميين) من حيث التوزيع الجغرافى بكل المتغيرات الأخرى فى المحافظات.

مربعات أعباء المكونات الثمانية بالنسبة للمتغيرات المبحوثة

المتغير / المكون	الأول	الثانى	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع	الثامن
س١	٠,٥٥	٠,٢٢	٠,١٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠
س٢	٠,٤٢	٠,٥٩	٠,٢٦	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٠٠
س٣	٠,٠١	٠,٠٦	٠,١٢	٠,١٨	٠,٣٥	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٠٨
س٤	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,٢٥	٠,١٩	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,١٤	٠,٢١
س٥	٠,٢٨	٠,١٨	٠,٠٦	٠,١٠	٠,٠٩	٠,٢٣	٠,١٤	٠,٠٧
س٦	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٢٨	٠,٠٨	٠,٠٥	٠,٢٣	٠,٠٦	٠,٠٠٠
س٧	٠,٢٣	٠,١٤	٠,١١	٠,١٢	٠,١٠	٠,١٢	٠,٠٣	٠,٠٤
س٨	٠,١٢	٠,١١	٠,١٣	٠,٢٢	٠,٠٦	٠,١٤	٠,٢٢	٠,٠٠

ويمكن معرفة اهمية دور المكونات الأربعة الرئيسية بالنسبة للتباين فى كل متغير عن طريق حساب درجة الشيوع وهى عبارة عن مجموع مربعات الأعباء لكل متغير وهذه القيم عادة تكون أقل من واحد صحيح إلا إذا كان عدد المكونات المستخرجة مساويا لعدد المتغيرات كما في حالتنا هذه ، وتظهر الأرقام أن درجة الشيوع أعلى ما تكون للمكونات الأربعة فى حالة المتغير الثانى وذلك يعنى قوة ارتباط نسبة الأمية بكل المتغيرات الأخرى وهى نفس النتيجة التى تم التوصل إليها من قبل عند حساب اعباء المكونات وهذا معناه قلة التباين فى توزيع علاقات نسبة الأمية بالمتغيرات السبعة الأخرى أو بمعنى آخر قوة الارتباط بينها وبين المعايير السبعة من حيث التوزيع المكانى فى المحافظات الثمانية، ويأتى بعدها المتغير الأول (نسبة الحضرية) ثم تتقارب درجات الشيوع للمتغيرات الخامس والسابع والثامن.

	الأول	الثانى	الثالث	الرابع	درجة الشيوع
س١	٠,٥٥	٠,٢٢	٠,١٠	٠,١٠	٠,٩٧
س٢	٠,٤٢	٠,٥٩	٠,٢٦	٠,٠٥	١,٣٢
س٣	٠,٠١	٠,٠٦	٠,١٢	٠,١٨	٠,٣٧
س٤	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,٢٥	٠,١٩	٠,٥١
س٥	٠,٢٨	٠,١٨	٠,٠٦	٠,١٠	٠,٦٢
س٦	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٢٨	٠,٠٨	٠,٤٦
س٧	٠,٢٣	٠,١٤	٠,١١	٠,١٢	٠,٦٠
س٨	٠,١٢	٠,١١	٠,١٣	٠,٢٢	٠,٥٨

والخلاصة أن تطبيق هذه الطريقة قد ساعد على تحديد مجموعات المتغيرات المترابطة، وهى هنا تبدو ممثلة فى س١،س٢، س٥، س٧ كمجموعة أولى وس٦، س٧، س٨ كمجموعة ثانية ثم س٣، س٤ كمجموعة ثالثة تعتبر أضعف المجموعات من حيث أعبائها بالنسبة للمتغيرات الأول والثانى، كما يتميز المتغير الرابع بعلاقته العكسية مع المكونات الستة الأولى.

ومن خلال تحليل المكونات يمكن الاعتماد على متغير واحد من كل من المجموعتين الأولى والثانية وباعتبارها مؤشرات للتنمية في المحافظات طالما أنها مترابطة بهذه الصورة وبذلك يتحقق الهدف الأول من تحليل المكونات وهو الحد من عدد المتغيرات المبحوثة، أما الهدف الثاني منها وهو إعادة ترتيب البيانات فيتمثل في إمكان الاعتماد على المكونات الأربعة الأولى باعتبارها ذات ارتباطات قوية ولها إسهام عال في التباين الداخلي.

جدول الاحتمالات فى ظل قيم z فى التوزيع الطبيعى

Z	عمود أ A س	عمود ب B س	عمود ج G س
٠٠	٠,٠٠٠	٠,٥٠٠	١,٠٠٠
٠,٠١	٠,٠٤٠	٠,٤٦٠	٠,٩٢٠
٠,٢	٠,٠٧٩	٠,٤٢١	٠,٨٤١
٠,٣	٠,١١٨	٠,٣٨٢	٠,٧٦٤
٠,٤	٠,١٥٥	٠,٣٤٥	٠,٦٨٩
٠,٥	٠,١٩١	٠,٣٠٩	٠,٦١٧
٠,٦	٠,٢٢٦	٠,٢٧٤	٠,٥٤٩
٠,٧	٠,٢٥٨	٠,٢٤٢	٠,٤٨٤
٠,٨	٠,٢٨٨	٠,٢١٢	٠,٤٢٤
٠,٩	٠,٣١٦	٠,١٨٤	٠,٣٦٨
١,٠	٠,٣٤١	٠,١٩٥	٠,٣١٧
١,١	٠,٣٦٤	٠,١٣٦	٠,٢٧١
١,٢	٠,٣٨٥	٠,١١٥	٠,٢٣٠
١,٣	٠,٤٠٣	٠,٠٩٧	٠,١٩٣
١,٤	٠,٤١٩	٠,٠٨١	٠,١٩٢
١,٥	٠,٤٣٣	٠,٠٦٧	٠,١٣٤
١,٦	٠,٤٤٥	٠,٠٥٥	٠,١١٠
١,٧	٠,٤٥٥	٠,٠٤٥	٠,٠٨٩
١,٨	٠,٤٦٤	٠,٠٣٦	٠,٠٧٢

تابع جدول الاحتمالات فى ظل قيم z فى التوزيع الطبيعى

Z	عمود أ	عمود ب	عمود ج
١,٩	٠,٤٧١	٠,٠٢٩	٠,٠٥٧
١,٩٦	٠,٤٧٥	٠,٠٢٥	٠,٠٥٠
٢,٠	٠,٤٧٧	٠,٠٢٣	٠,٠٤٦
٢,١	٠,٤٨٣	٠,٠١٨	٠,٠٣٦
٢,٢	٠,٤٨٦	٠,٠١٤	٠,٠٢٨
٢,٣	٠,٤٨٩	٠,٠١١	٠,٠٢١
٢,٤	٠,٤٩٢	٠,٠٠٨	٠,٠١٦
٢,٥	٠,٤٩٤	٠,٠٠٦	٠,٠١٢
٢,٥٨	٠,٤٩٥	٠,٠٠٥	٠,٠١٠
٢,٦	٠,٤٩٥	٠,٠٠٥	٠,٠٠٩
٢,٧	٠,٤٩٦	٠,٠٠٤	٠,٠٠٧
٢,٨	٠,٤٩٧	٠,٠٠٣	٠,٠٠٥
٢,٩	٠,٤٩٨	٠,٠٠٢	٠,٠٠٤
٣,٠	٠,٤٩٩	٠,٠٠١	٠,٠٠٣
٣,١	٠,٤٩٩	٠,٠٠١	٠,٠٠٢
٣,٢	٠,٤٩٩	٠,٠٠٢	٠,٠٠١
٣,٣	٠,٤٩٩	٠,٠٠١	٠,٠٠١
٣,٤	٠,٥٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠١
٣,٥	٠,٥٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠٠

جدول توزيع قيم ت

درجات الحرية	س = ٠,١٠ س َ = ٩٠٪	س = ٠,٠٥ س َ = ٩٥٪	س = ٠,٠٢ س َ = ٩٨٪	س = ٠,٠١ س َ = ٩٩٪	س = ٠,٠٠١ س َ = ٩٩,٩٪
١.	٦,٣١	١٢,٧١	٣١,٨٢	٦٣,٦٦	٦٣٦,٦٢
٢.	٢,٩٢	٤,٣٠	٦,٩٧	٩,٩٣	٣١,٦٠
٣.	٢,٣٥	٣,١٨	٤,٥٤	٥,٨٤	١٢,٩٤
٤.	٢,١٣	٢,٧٨	٣,٧٥	٤,٦٠	٨,٦١
٥.	٢,٠٢	٢,٥٧	٣,٣٧	٤,٠٣	٦,٨٦
٦.	١,٩٤	٢,٤٥	٣,١٤	٣,٧١	٥,٩٦
٧.	١,٩٠	٢,٣٧	٣,٠٠	٣,٥٠	٥,٤١
٨.	١,٨٦	٢,٣١	٢,٩٠	٣,٣٦	٥,٠٤
٩.	١,٨٣	٢,٢٦	٢,٨٢	٣,٢٥	٤,٧٨
١٠.	١,٨١	٢,٢٣	٢,٧٦	٣,١٧	٤,٥٩
١١.	١,٨٠	٢,٢٠	٢,٧٢	٣,١١	٤,٤٤
١٢.	١,٧٨	٢,١٨	٢,٦٨	٣,٠٦	٤,٣٢
١٣.	١,٧٧	٢,١٦	٢,٦٥	٣,٠١	٤,٢٢
١٤.	١,٧٦	٢,١٥	٢,٦٢	٢,٩٨	٤,١٤
١٥.	١,٧٥	٢,١٣	٢,٦٠	٢,٩٥	٤,٠٧
١٦.	١,٧٥	٢,١٢	٢,٥٨	٢,٩٢	٤,٠٢
١٧.	١,٧٤	٢,١١	٢,٥٧	٢,٩٠	٣,٩٧
١٨.	١,٧٣	٢,١٠	٢,٥٥	٢,٨٨	٣,٩٢
١٩.	١,٧٣	٢,٠٩	٢,٥٤	٢,٨٦	٣,٨٨
٢٠.	١,٧٣	٢,٠٩	٢,٥٣	٢,٨٥	٣,٨٥



المراجع

المراجع الأجنبية

- Beajeu - Garnier, Methods and perspectives in Geography, Translated by Jennifer Bray, Longman, 1976.
- Birch, W., On Excellence and Problem solving in Geography, institute of British Geographers, vol. 2, N. 4, 1977.
- Brian, J., L., Berry and others, The Geography of Economic System, Prentic Hall, New Jersey, 1976.
- Brown, W., H., Geography, towards a general spatial systems approach, New York, 1981.
- Cole, J.P., Situations in Human Geography, Oxford, 1975.
- David Ebdon, statistics in Geography, a practical approach, oxford, 1977.
- David, Harvery, Explanation in Geography, Edward Arnold, London, 1979.
- David, M., Smith, Patterns in Human Geography, New York, 1975.
- Fitzgerald, B., Development in Geographical Methods vol. 1, Oxford, 1974.

- Gary L., Gaile & Cort. J., W. (Eds), Spatial Statistics and Models, D.R. Ridel Publishing Company, Holland, 1981.
- Gregory, S., Statistical Method and the Geographer, Longman, 1973.
- Hagget, P., Geography, a Modern synthesis, New York, 1975.
- ——, Locational Analysis in Human Geography, New York, 1971.
- Johnston, R., J., Multivariate Analysis in Human Geography, Longman, 1978.
- ——, Classification in Geography, concepts and Techniques in Modern Geography, No. 6., Geographical Abstracts Ltd., Norwich, 1976.
- Lounsbury and Aldrich, Geographic Field Methods and Techniques, columbus, Ohio, 1986.
- Minshul, R., An Introduction to Models in Geography, New York, 1976.
- Peel;, R., Chisholm, M., and Hagget, P., Processes in Physical and Human Geography, London, 1975.
- Ronald, R. Boyce and W., A.V., clark, The Concept of Shape in Geography *The G.R.*, October, 1964.

- Semple, R.K., and R., G., Colledge. An Analysis of Entropy changes in settlement pattern overtime. *E.G.* vol. 46, 1970.
- Theodore, R., A., and Morris Zelditch, A. Basic course in statistics, New York, 1974.
- Thomen, R., S., and corbin, P., The Geography of Economic Activity, New York, 1974.
- Ulman, E., L., Geography as spatial interaction Edited by Ronald, R., Boyce, U. of Washington press, Seatle, 1980.
- Waldman, L., K., Types and measures of in equality, Social Science Qarterly, 58, 1977.
- Wrigley & Bennet (Eds.) Quantitative Geography, London, 1981.

المراجع العربيــة

- عبد الرزاق شربجي وخالد الملا الإحصاء الوصفى بيروت ١٩٨٧.
- لبيبه حسب النبى العطار الإستدلال الاحصائى قسم الاحصاء والرياضة والتأمين كلية التجارة جامعة الاسكندرية ١٩٩٣ .
- مصطفى عبد المنعم خوجه مقدمة فى الإحصاء قسم الإحصاء والرياضة والتأمين كلية التجارة جامعة الاسكندرية ١٩٩٣ .



فهرس المحتويات













